



BACHELORARBEIT

Herr
Maximilian Lackas

**Retrospektive DIGITAL 3D -
Erbe des 3D-Booms von 2010**

2015

BACHELORARBEIT

Retrospektive DIGITAL 3D - Erbe des 3D-Booms von 2010

Autor:
Herr Maximilian Lackas

Studiengang:
Regie

Seminargruppe:
FF11WR1-B

Erstprüfer:
Prof. Dr. phil. Otto Altendorfer M.A.

Zweitprüfer:
Felix Opahle B.A.

Einreichung:
München, 08.07.15

BACHELOR THESIS

Retrospective DIGITAL 3D – “3D Boom’s” cinematographic heritage since 2010

author:

Mr. Maximilian Lackas

course of studies:

Regie

seminar group:

FF11WR1-B

first examiner:

Prof. Dr. phil. Otto Altendorfer M.A.

second examiner:

Felix Opahle B.A.

submission:

Munich, 08.07.15

Bibliografische Angaben

Lackas, Maximilian

Retrospektive DIGITAL 3D – Erbe des 3D-Booms von 2010

Retrospective DIGITAL 3D – “3D Boom’s” cinematographic heritage since 2010

80 Seiten, Hochschule Mittweida, University of Applied Sciences,
Fakultät Medien, Bachelorarbeit, 2015

Abstract

Five years after James Cameron’s AVATAR caused a 3D-Boom in cinemas all over the world, this bachelorthesis takes a retrospective look at the cinematographic heritage of this movement in Germany. The considered topics are: Changes in the german cinema market, it’s marketing, as well as media and home-entertainment. Professional changes for filmmakers and impacts on the audience, are further parts of its content.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	V
Abkürzungsverzeichnis.....	VII
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
1 Einleitung.....	1
1.1 Der 3D-Boom 2010.....	2
1.2 Inhaltliche Aufarbeitung	2
1.3 Relevanz.....	3
2 Funktionsweise und Geschichte der 3D-Technik.....	4
2.1 Physikalische Grundlagen der dreidimensionalen Welt.....	4
2.1.1 Funktionsweise des menschlichen Auges.....	7
2.1.2 Monoskopisches Sehen beim Menschen.....	8
2.1.3 Stereoskopisches Sehen beim Menschen	11
2.2 Imitation der räumlichen Tiefe mithilfe von 3D-Technik.....	12
2.2.1 Stereoskopische Kamera-Rigs.....	12
2.2.2 Wiedergabe der stereoskopischen Aufnahmen	14
2.3 Geschichte der Stereoskopie.....	18
2.3.1 Stereoskopie vor 1900	19
2.3.2 3D-Filme seit 1900	21
2.3.3 3D-Boom der 1950er Jahre	22
2.3.4 3D-Kino bis 2010.....	22
3 Der 3D-Boom von 2010.....	24
3.1 Anfänge und Spurensuche im digitalen Kino.....	24
3.1.1 Digitalisierung in Deutschland	24
3.2 James Camerons AVATAR	26
3.2.1 Inhalt.....	27
3.2.2 3D-Einsatz.....	28
3.3 3D-Kino zwischen 2010 und 2015.....	29
3.3.1 Veröffentlichungen	29
3.3.2 Besucherzahlen.....	31
3.3.3 Umsätze	32
4 Visueller und handwerklicher Wandel für Filmemacher	35
4.1 Technischer Mehraufwand eines 3D-Projektes	35

4.2	Visueller Wandel in Michael Bay's TRANSFORMERS-Trilogie.....	39
4.2.1	Staffelung und Schnittfrequenz	41
4.2.2	Look und Farbigkeit.....	42
5	Einflüsse des 3D-Booms auf Zuschauer, Kinobetreiber und Filmmarketing..	46
5.1	Moderne Sehgewohnheiten im dreidimensionalen Raum	46
5.2	Mehrwert 3D? Ticketpreise in einer neuen Dimension	49
5.3	Veränderungen und Kosten für Kinobetreiber	51
5.4	3D als Marketingcoup	53
6	Einflüsse des 3D-Booms auf Medien- und Elektroniklandschaft.....	56
6.1	3D im Alltag – Vision oder Realität?	56
6.1.1	3D-TV-Geräte	56
6.1.2	3D-Camcorder & 3D-Handys	58
6.1.3	3D-Gaming	58
7	Fazit.....	61
	Literaturverzeichnis.....	XI
	Bildquellen.....	XIX
	Eigenständigkeitserklärung.....	XX

Abkürzungsverzeichnis

3D	drei Dimensionen	Höhe, Breite, Tiefe
2D	zwei Dimensionen	Höhe und Breite
CGI	Computer Generated Imagery	computergenerierte Grafiken
TV	Television	modernes Massenmedium
PAL	Phase Alternating Line	analoges Fernsehsignal
IMAX	Image Maximum	Kino-System
IMAX 3D	Image Maximum 3D	3D-Kino-System
USA	United States of America	demokratischer Staat
DCP	Digital Cinema Package	Kino-Datei-Format
DNA	Deoxyribonucleic acid	Biomolekül (auch DNS)
FFA	deutsche Filmförderungsanstalt	Anstalt des öfftl. Rechts
35mm	35mm breite Filmstreifen	analoger Bildträger
65mm	65mm breite Filmstreifen	analoger Bildträger
2K	Zweitausend Bildpunkte	Auflösung 2048x1080 Pixel
4K	Viertausend Bildpunkte	Auflösung 4096x2160 Pixel
8K	Achttausend Bildpunkte	Auflösung 7680x4320 Pixel
MB	Megabyte (1.000.000 Byte)	digitale Speichereinheit
GB	Gigabyte (1.000.000.000 Byte)	digitale Speichereinheit
TB	Terrabyte (1.000.000.000.000 Byte)	digitale Speichereinheit
HDF	Hauptverband Deutscher Filmtheater	deutsche Organisation
DCI	Digital Cinema Initiatives	Filmstudioverband der USA
HD	High Definition	Fernsehnorm
HD READY	Ready for High Definition	Auflösung 1280x720 Pixel
FULL HD	Full High Definition	Auflösung 1920x1080 Pixel
PS3	Playstation 3	Spielekonsole
PS4	Playstation 4	Spielekonsole
HD-DVD	High Density Digital Versatile Disk	Speichermedium

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Höhlenmalerei aus „El Castillo“	1
Abbildung 2: Dreidimensionaler Würfel.....	4
Abbildung 3: Dreidimensionaler Würfel mit Fläche F.....	5
Abbildung 4: Dreidimensionaler Würfel mit Strahl S.....	5
Abbildung 5: Dreidimensionaler Würfel mit Punkt P.....	6
Abbildung 6: Funktionsschema des menschlichen Auges.....	7
Abbildung 7: Bild im Auge des Betrachters.....	8
Abbildung 8: Bild im Auge des Betrachters – Überscheinung.....	9
Abbildung 9: Bild im Auge des Betrachters bei max. linker bzw. rechter Amplitude.....	10
Abbildung 10: Übereinander gelegte Bilder bei max. rechter bzw. linker Amplitude.....	10
Abbildung 11: Schema eines Spiegelrigs.....	13
Abbildung 12: ET ATOM 3D RIG.....	13
Abbildung 13: Side-by-Side-Rig.....	14
Abbildung 14: Stereoskopisches Bildpaar – linkes Bild rechts, rechtes Bild links.....	15
Abbildung 15: schematische Darstellung einer Anaglyphenbrille.....	16
Abbildung 16: schematische Darstellung einer Polarisationsbrille.....	17
Abbildung 17: schematische Darstellung einer Shutterbrille.....	18
Abbildung 18: Stereoskop von Wheatstone.....	19
Abbildung 19: Kaiser-Panorama von August Fuhrmann.....	21
Abbildung 20: Kinosäle und ihre Projektionstechnik zwischen 2005 und 2011.....	25
Abbildung 21: Neuveröffentlichungen von 3D-Filmen zwischen 2010 und 2015.....	30
Abbildung 22: Anzahl der Kinobesucher in Deutschland zwischen 2010 und 2014.....	31
Abbildung 23: Umsatz der deutschen Kinos zwischen 2010 und 2014.....	33
Abbildung 24: Vergleich Schärfentiefe.....	37
Abbildung 25: Vergleich untersichtige Close-Up-Schüsse.....	43
Abbildung 26: Vergleich Zeitlupenaufnahmen mit Explosion.....	44
Abbildung 27: Standbild aus AVENGERS 2 – AGE OF ULTRON.....	48
Abbildung 28: Eintrittspreisentwicklung in Deutschland 2010 – 2014.....	50
Abbildung 29: side-by-side Darstellung eines Stereobildpaares aus AVATAR.....	57

1 Einleitung

Seit Jahrtausenden ist es das Bestreben des Menschen, Momente für immer festzuhalten. Über den Horizont der reinen Erinnerung hinaus, versucht er Medien zu erschaffen, die die Zeit überdauern und deren Inhalt dabei realitätsgetreu veranschaulichen. Der älteste von Menschenhand geschaffene Versuch die Wirklichkeit abzubilden, findet sich in der Nähe der spanischen Stadt Puente Viesgo. In der Höhle „El Castillo“ sind die ältesten uns bis heute bekannten Höhlenmalereien zu finden. Wissenschaftler datierten ihr Alter auf 40.000 Jahre.¹



Abbildung 1: Höhlenmalerei aus "El Castillo"

Seit dieser ersten schicksalhaften Begegnung des Menschen mit der künstlichen Abbildung der Realität ist viel geschehen. Über die in Stein geschlagenen Illustrationen des Altertums, bis hin zu den fast greifbar wirkenden Gemälden der großen Meister des Mittelalters, eroberte Anfang des 19. Jahrhunderts die Fotografie den Spitzenplatz unter den Möglichkeiten zur Darstellung der Realität. Wenige Jahrzehnte später begann peripher der kometenhafte Aufstieg der Filmtechnik. Viele Jahre schien es, als wäre der Zenit damit erreicht. Hohe Auflösungen, kräftige Farben und Framerates mit mehr als 20 Bildern pro Sekunde schienen die Realität befriedigend abzubilden.

¹ <http://www.welt.de/kultur/history/article108596340/Wer-schuf-die-Zeichen-von-El-Castillo.html>

1.1 Der 3D-Boom 2010

Dies änderte sich schlagartig, als Ende 2009 die Wiederentdeckung einer totgeglaubten Technik die Kinowelt auf den Kopf stellte. James Cameron's AVATAR² löste in Deutschland einen wahren 3D-Boom aus. Sein opulenter, dreidimensionaler Welt-raumepos stellte sofort Zuschauerrekorde auf und wurde auf Anhieb der finanziell erfolgreichste Film aller Zeiten.³ Stereo 3D wurde als Revolution gefeiert und begeisterte auf der ganzen Welt Zuschauer. 3D-Filme überfluteten das Kinoangebot und neue 3D-fähige TV-Geräte sollten die Zukunft auch ins heimische Wohnzimmer liefern. Consumer-Camcorder konnten plötzlich dreidimensional aufnehmen und „3D ohne Brille“ wurde als kurzfristiges Ziel ausgerufen.⁴ Kurz gesagt: 3D schien eine weitere Stufe auf dem Weg zur vollkommenen Abbildung der Realität zu sein. Doch was ist Anfang 2015, nunmehr fünf Jahre danach, noch davon zu spüren? Was bleibt vom großen 3D-Boom von 2010?

1.2 Inhaltliche Aufarbeitung

Um ein umfassendes Bild des dreidimensionalen Kinos zu erhalten, wird sich diese Arbeit zu Anfang besonders mit der Geschichte der 3D-Technik und deren physikalischer Funktionsweise im Allgemeinen beschäftigen. Anschließend wird versucht die Gründe für den Durchbruch von James Cameron's AVATAR zu erschließen, und betrachtet, was den 3D-Boom ausgelöst hat. Dessen Folgen für Filmemacher arbeitet diese Arbeit danach am Beispiel der TRANSFORMERS⁵-Trilogie von Michael Bay auf, und betrachtet den visuellen und handwerklichen Wandel, den ein nativ gedrehter Stereo 3D-Film mit sich bringt. Im Folgenden wird ein kritischer Blick auf die Veränderungen geworfen, die 3D auf die Zuschauer und die Kinobetreiber hatte, und in wie weit das Konzept aus Marketingsicht erfolgreich war und ist. Zum Abschluss widmet sich diese Bachelorarbeit den Einflüssen des 3D-Booms auf TV- und Medienlandschaft, um am Ende ein allumfassendes, befriedigendes Fazit ziehen zu können.

² <http://www.imdb.com/title/tt0499549/>

³ <http://www.welt.de/kultur/article5975833/Avatar-ist-der-erfolgreichste-Film-aller-Zeiten.html>

⁴ <http://www.sueddeutsche.de/digital/neue-fernseh-technik-d-ohne-brille-1.1008598>

⁵ <http://www.imdb.com/title/tt0418279/>

1.3 Relevanz

In der folgenden Arbeit sind alle Medien relevant, die in Stereo 3D präsentiert werden können. Diese sind:

- nativ hergestellte 3D-Inhalte
- nachträglich konvertierte 3D-Inhalte
- stereoskopisch animierte 3D-Inhalte

Renderings oder CGI die einen räumlichen Eindruck vermitteln, aber nur in 2D wiedergegeben werden können, gehören ausdrücklich nicht zu dieser Gruppe.

2 Funktionsweise und Geschichte der 3D-Technik

Um zu verstehen, wie für den Menschen ein künstlich erzeugtes dreidimensionales Bild entsteht, muss zunächst verständlich werden, welchen Gesetzen das räumliche Sehen der Menschen in der Realität unterliegt. Dies soll in den folgenden Kapiteln veranschaulicht werden.

2.1 Physikalische Grundlagen der dreidimensionalen Welt

Unsere physikalische Umgebung wird hauptsächlich von zwei Faktoren bestimmt. Raum und Zeit. So kompliziert sich dieses verwobene Verhältnis der Raum-Zeit für den Menschen dank Einstein auch gestaltet, so simpel scheint die Beschreibung des Raums für sich alleine gestellt. Der Mensch versteht den Raum als eine Art „Behälter“, das sich durch drei Dimensionen beschreiben lässt. Breite, Höhe und Tiefe. (siehe Abbildung 2).

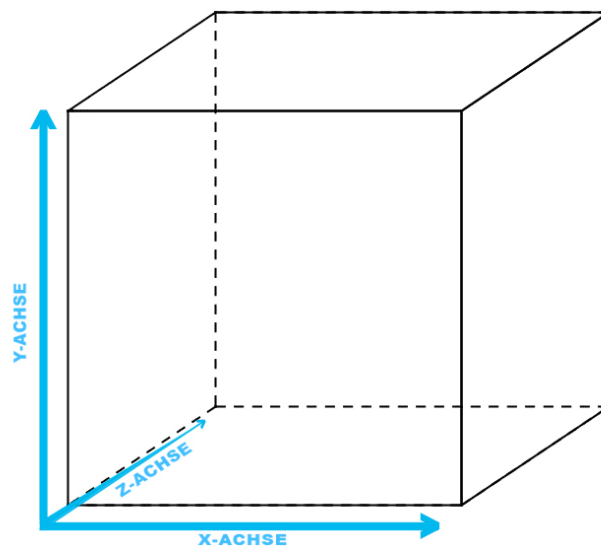


Abbildung 2: Dreidimensionaler Würfel

Wenn die Kanten des Würfels jeweils eine Dimension des Raums repräsentieren, beschreibt die **x-Achse** die Breite, die **y-Achse** die Höhe und die **z-Achse** die Tiefe des Raumes.

Soll nun ein genauer **PUNKT P** in diesem Raum bestimmt werden, bedarf es dazu die genauen Koordinaten. Ist nur ein Wert bekannt, z.B. die **länge x**, kann festgestellt werden, dass sich dieser Punkt auf der **FLÄCHE F** befindet. (siehe Abbildung 3).

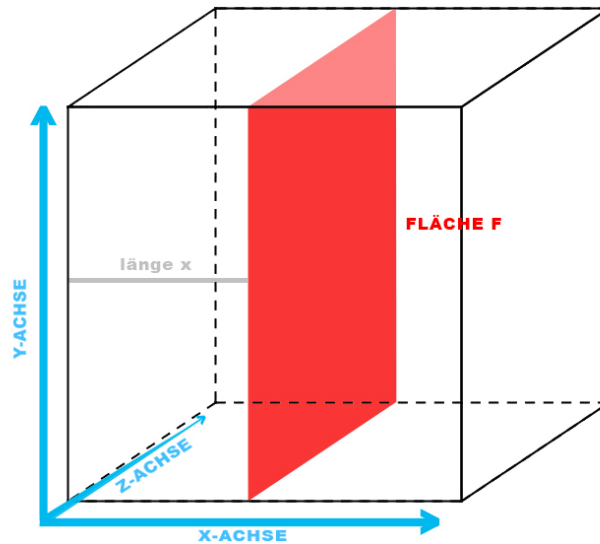


Abbildung 3: Dreidimensionaler Würfel mit Fläche F

Wird nun die Höhe als zweite Dimension hinzugefügt, kann die Position des Punktes im Raum weiter eingegrenzt werden. Mit Hilfe der Koordinaten der **y-Achse** (**länge y**), wird die Lage des gesuchten Punktes der **FLÄCHE F** auf den **STRAHL S** konkretisiert. (siehe Abbildung 4).

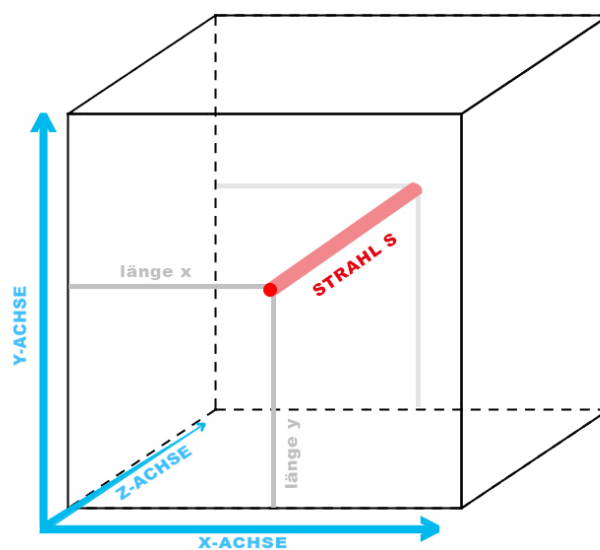


Abbildung 4: Dreidimensionaler Würfel mit Strahl S

Um den gesuchten Punkt P endgültig zu lokalisieren, bedarf es jedoch mehr als zwei Dimensionen. Hier kommt die **z-Achse**, also die Tiefe, ins Spiel. Mit ihrer Hilfe ist der gesuchte **PUNKT P** eindeutig bestimmbar. (siehe Abbildung 5).

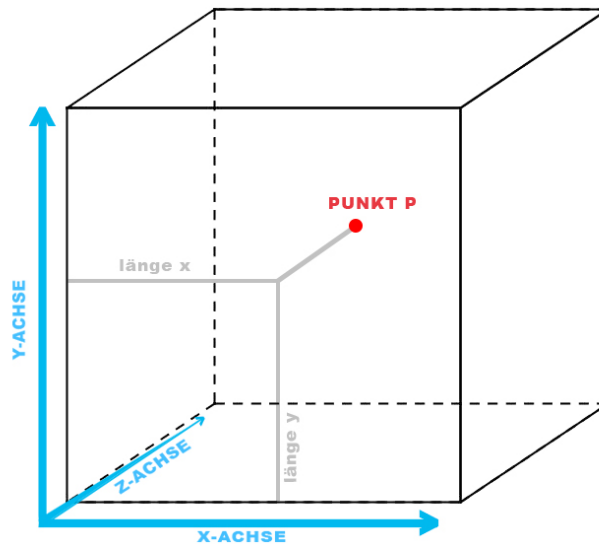


Abbildung 5: Dreidimensionaler Würfel mit Punkt P

Zusammengefasst lässt sich festhalten, dass nur mit drei bekannten Dimensionen ein bestimmter Punkt im Raum lokalisierbar ist.

Die Bedeutung der dritten Dimension bestimmte schon den Überlebenskampf der oben genannten Menschen vor 40.000 Jahren. Nur mithilfe eines quantitativen Tiefeneindrucks konnten sie einschätzen, wie weit eine mögliche Beute oder ein potentieller Angreifer entfernt waren. Ein etwas anschaulicheres Beispiel aus dem modernen Alltag:

Sie möchten die Straße überqueren, wissen allerdings nicht wie weit, das auf sie zukommende Fahrzeug entfernt ist. Damit können sie weder die Größe des Autos abschätzen, noch seine Geschwindigkeit. Eine banale Alltagstätigkeit wird plötzlich zum lebensgefährlichen Risiko. Natürlich ist dieses Beispiel ein wenig überspitzt, trotzdem hilft es die Relevanz von dreidimensionalem Sehen zu veranschaulichen. Der Mensch meistert, wie die meisten anderen Prädatoren in der Tierwelt, diese anspruchsvolle

Herausforderung hauptsächlich durch Stereopsis.⁶ Der Begriff Stereopsis beschreibt das Sehen mit zwei Augen und die Verarbeitung dieser Informationen im visuellen Cortex in der Rückseite des menschlichen Gehirns, um einen quantitativen Tiefeneindruck herzustellen. Diese Leistung wird durch ein ausgeklügeltes Zusammenspiel zwischen Augen und Gehirn möglich. Dreidimensionales Sehen, also Sehen in 3D, ist nur mit zwei Augen möglich.

2.1.1 Funktionsweise des menschlichen Auges

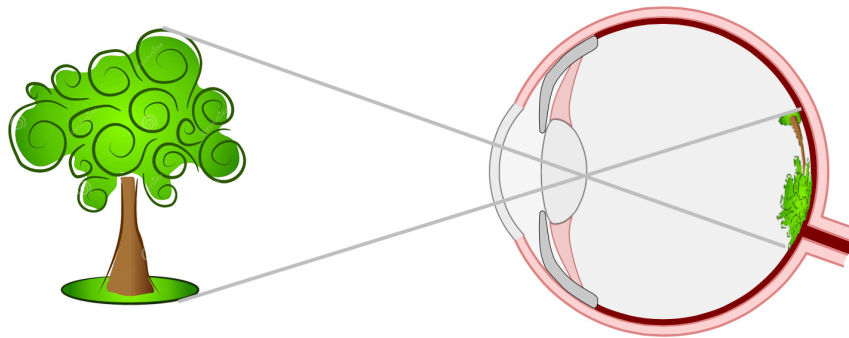


Abbildung 6: Funktionsschema des menschlichen Auges

Betrachtet der Mensch bspw. einen Baum, fängt er mit seinem Auge Lichtstrahlen ein, die von diesem Baum reflektiert werden. Diese Lichtstrahlen brechen sich in der Linse des Auges und werden somit punktgespiegelt auf die Retina projiziert.⁷ (siehe Abbildung 6). Die Sehnerven leiten diese elektrischen Reize anschließend weiter an das Gehirn, welches diese zu einem Bild verarbeitet. Dieses Bild ist jedoch zweidimensional⁸ und lediglich eine virtuelle Reproduktion unserer Außenwelt.

Doch auch Einäugige können, aufgrund von Erfahrungen, meist richtige Angaben über die Lage eines Objektes im Raum machen.

⁶ Mendiburu, 2009, 11

⁷ <http://www.onjoph.com/patinfo/funktion/anatomie.html>

⁸ <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/2/monokulares-sehen/43787>

2.1.2 Monoskopisches Sehen beim Menschen

In diesem Kapitel wird mithilfe von Beispielen erklärt, wie der Mensch auch aus zweidimensionalen Bildern einen Tiefeneindruck gewinnen kann. Diese Leistung gelingt durch die Interpretation sogenannter monoskopischer Hinweise. Der Begriff Monoskopie beschreibt dabei das Sehen mit nur einem Auge. Um dies zu veranschaulichen, wird ein hypothetisch Einäugiger in mehreren Beispielen verschiedene Szenerien betrachten.

Zunächst stellt sich ein Mann in die Nähe eines Baumes. (siehe Abbildung 7)⁹.



Abbildung 7: Bild im Auge des Betrachters

Es könnte sich entweder um einen kleinen Baum handeln, der ganz in der Nähe des einäugigen Betrachters steht, oder um einen riesigen Baum, der hunderte Meter entfernt ist. Ebenso könnte die Person ein riesiger, weit entfernter, oder ein winziger, nah vor ihm befindlicher Mann sein. Ein einäugiger Betrachter sollte also theoretisch nicht erkennen können, welches der beiden Objekte näher ist, da er keinerlei Information über deren Tiefenlage besitzt. Trotzdem würde er davon ausgehen, dass der Mensch neben einem mittelgroßen Baum steht, da er aufgrund der Perspektive erkennt, dass beide auf einer Linie stehen. Dies hat er aufgrund von Erfahrungen gelernt und abgespeichert. Durch sein Wissen über die Größe eines durchschnittlichen Mannes, könnte er sogar in Relation die ungefähre Größe des Baumes bestimmen.¹⁰

Würde es sich jedoch um zwei abstrakte, schwebende Objekte handeln, könnte er in diesem Fall unter keinen Umständen eine vertrauliche Angabe über deren räumliche Lage machen. Hierzu bedarf es weiterer Hinweise.

⁹ In Anlehnung an Mendiburu, 2009, 11 f.

¹⁰ Schmidt, Lang, Heckmann, 2010, 374

Stellt sich der Mann aus dem Beispiel nun so vor den Baum, dass er Teile davon verdeckt, wird der Einäugige mit Sicherheit erneut eine richtige Angabe zur Lage im Raum machen können. (siehe Abbildung 8)¹¹.



Abbildung 8: Bild im Auge des Betrachters - Überschneidung

Der Mann scheint eindeutig vor dem Baum zu stehen. Das wissen Menschen, weil sie von Geburt an lernen, dass Objekte, die andere überdecken oder -schneiden automatisch näher liegen müssen.¹² Diese Erfahrungen werden im Gehirn gespeichert und täglich unterbewusst abgerufen.

Wie gerade festgestellt, können also selbst aus einem zweidimensionalen Bild viele Informationen gezogen werden, die Aufschluss über die Lage eines Objektes im Raum geben. Die beiden Hauptschlüssel dafür sind Perspektive und Überschneidung.¹³ Natürlich gibt es noch viele weitere Möglichkeiten Tiefenhinweise zu gewinnen. Das menschliche Gehirn ist unglaublich leistungsstark was das Erkennen von Mustern und Konturen angeht. So kann der Mensch auch durch Licht, Schatten, Kontraste, Sättigungen, Bewegung und Fokus Rückschlüsse auf räumliche Distanzen ziehen.¹⁴

Ein weiteres wichtiges Kriterium wird bei erneuter Betrachtung des Beispiels klar. Dieses Mal bewegt der Einäugige seinen Kopf auf einer imaginären horizontalen Linie mehrere Zentimeter abwechselnd nach links und rechts.

¹¹ In Anlehnung an Mendiburu, 2009, 13

¹² <http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap6/moncuesF.htm>

¹³ Schmidt, Lang, Heckmann, 2010, 374

¹⁴ <http://www-psych.stanford.edu/~lera/psych115s/notes/lecture8/depthcues.html>

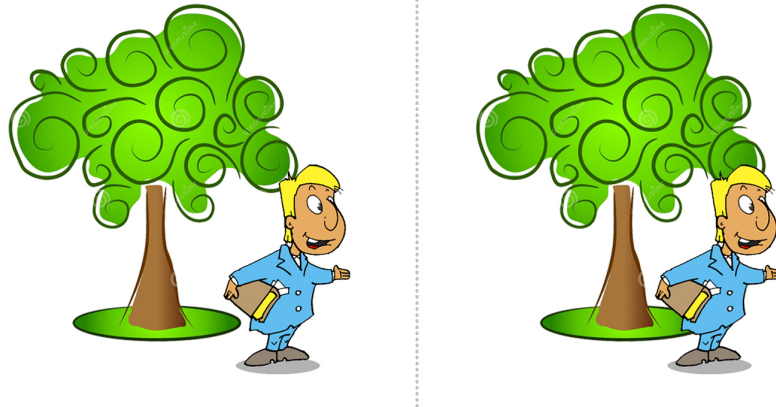


Abbildung 9: Bild im Auge des Betrachters bei max. linker bzw. rechter Amplitude

Sofort wird klar, dass sich für den Betrachter mithilfe der Seitwärtsbewegung, die relative Position der beiden Objekte im Raum ändert. So verdeckt der Mann im Beispiel bei maximal linkem Ausschlag weniger von dem Baum, als bei maximal rechtem Ausschlag. (siehe Abbildung 9). Legt man nun beide Bilder übereinander, wird der Unterschied deutlicher.

Grau entspricht hierbei dem maximal rechten Bild und Bunt dem maximal linken Bild, das der Einäugige bei seiner Hin- und Her-Bewegung erzeugt. (siehe Abbildung 10).



Abbildung 10: Übereinander gelegte Bilder bei max. rechter bzw. linker Amplitude

Ein Vergleich zwischen den relativen Abständen des grauen und des bunten Bildes in der x-Achse zeigt, dass sich der Mann viel mehr zu verschieben scheint, als der Baum. Dies liegt an der sogenannten Parallaxe. Sie beschreibt den Vektor, der entsteht, wenn

ein oder mehrere Objekte aus unterschiedlichen Positionen betrachtet werden.¹⁵ Simpel ausgedrückt bewegen sich bei paralleler Verschiebung beobachtete Objekte im Vordergrund schneller, als Objekte im Hintergrund. Mit dieser Eigenschaft bildet die Parallaxe die Grundlage für das dreidimensionale Sehen des Menschen.

2.1.3 Stereoskopisches Sehen beim Menschen

Ein gesunder Mensch besitzt, im Gegensatz zu dem einäugigen Betrachter aus obigem Beispiel, im Normalfall zwei gesunde Augen. Aus dem sogenannten interokularen Abstand zwischen diesen resultiert, wenn man das Bild des rechten mit dem des linken Auges vergleicht, eine Verschiedenheit, die als sogenannte Querdisparation¹⁶ bezeichnet wird. Allerdings entsteht sie nicht, wie in Kapitel 2.1.2 beschrieben durch Bewegung, sondern durch den nicht änderbaren Augenabstand, die angeborene Parallaxe. Diese entspricht im Durchschnitt etwa 6,5 Zentimeter.¹⁷

Das zweite wichtige Instrument für stereoskopisches Sehen ist die Konvergenz¹⁸. Sie beschreibt die Stellung der Blickachsen, die zwischen den Augen entsteht, wenn der Mensch ein nahes Objekt fokussiert. Der Punkt in dem sich die beiden Achsen schneiden, nennt man Konvergenzpunkt. Befindet sich ein Objekt näher an unserem Gesicht, schielen wir. Im Gegensatz dazu stehen unsere Augen parallel nebeneinander, wenn wir in die Ferne blicken. Von Geburt an lernt der Mensch einzuschätzen, wie weit ein Objekt bei einer bestimmten Konvergenz entfernt sein muss. Eine hohe Konvergenz symbolisiert dem Gehirn dabei ein nahes Objekt, geringe Konvergenz ein entferntes.

Auf die menschliche Wahrnehmung übertragen bedeutet dies, dass das Gehirn eines gesunden Menschen aus den, durch die Parallaxe hervorgerufenen, beiden unterschiedlichen Bildern des rechten und linken Auges, und deren Konvergenz eine quantitative Tiefenstaffelung der Umgebung erzeugen kann.¹⁹ Werden die daraus gewonnen Werte nun noch auf andere Parameter, wie Bewegung, angewandt, ist sogar ein Abschätzen von Geschwindigkeiten möglich. Dieses empfindliche Zusammenspiel ist für den Alltag von immenser Bedeutung und ermöglicht es dem Menschen, ein virtuelles, dreidimensionales Abbild seiner Umgebung zu kreieren. Die anfangs beschriebene

¹⁵ <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/7140>

¹⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Querdisparation>

¹⁷ <http://www.zdf.de/dokumentation/was-sie-schon-immer-ueber-3d-wissen-wollten-5339226.html>

¹⁸ <http://www.wissen.de/lexikon/konvergenz-optik>

¹⁹ Schmidt, Lang, Heckmann, 2010, 374

Straßenüberquerung wird somit fast risikolos. Trotz alldem hat die Wahrnehmungskraft Grenzen.

Aufgrund des relativ geringen interokularen Abstandes beschränkt sich das stereoskopisch wahrnehmbare Spektrum des Menschen auf etwa 100m - 200m.²⁰ Alles, was über diese Distanz hinaus geht, kann nichtmehr dreidimensional gesehen werden, da ein Unterschied zwischen den beiden Bildern der Augen nicht mehr feststellbar ist. Ähnlich verhält es sich mit der Konvergenz. Fokussieren Menschen einen Punkt in mehr als drei Metern Entfernung, stehen ihre Augen bereits so parallel, das für das Gehirn keine Interpretation zur Tiefenwahrnehmung durch die Konvergenz möglich ist.²¹

2.2 Imitation der räumlichen Tiefe mithilfe von 3D-Technik

Möchte der Mensch seine dreidimensionale Umgebung mit ihrer Tiefe abbilden, gelingt dies nur, indem er das stereoskopische Sehen des Menschen imitiert. Hierzu sind für eine native 3D-Produktion zwei Kameras nötig. Diese müssen nun jeweils ein Bild mit einer aufeinander abgestimmten Parallaxe und Konvergenz aufnehmen und anschließend getrennt ausgegeben werden können, um jedem Auge nur das jeweilige, ihm zugeteilte, Bild zuzuführen. In der Praxis gelingt dies mithilfe von ausgeklügelter 3D-Technik.

2.2.1 Stereoskopische Kamera-Rigs

Um die in Kapitel 2.1.3 beschriebene Disparität von Parallaxe und Konvergenz herzustellen, ist es von immenser Bedeutung ein System zu besitzen, dass es erlaubt, zwei exakt baugleiche Kameras so zu positionieren, dass sie, bei späterer Betrachtung des Bildes, ein für den Menschen authentisches Seherlebnis erzeugen. Das wichtigste 3D-System dieser Art ist das sogenannte Spiegelrig.²² (siehe Abbildung 11). Bei dieser Konstruktionsart ist eine Kamera (blau) um 90 Grad gedreht montiert und zeichnet über einen Spiegel das Spiegelbild der Szenerie auf. Die zweite Kamera (rot) ist hinter dem semipermeablen Spiegel angebracht und filmt durch ihn hindurch. Durch vertikales

²⁰ Mendiburu, 2009, 21

²¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Raumwahrnehmung>

²² <http://www.weir3d.de/film/node/63>

Verschieben einer der Kameras lässt sich der interokulare Abstand der beiden Bilder stufenlos verstellen und theoretisch sogar auf 0 setzen. In der Praxis ist dieses Rig das am häufigsten verwendete.

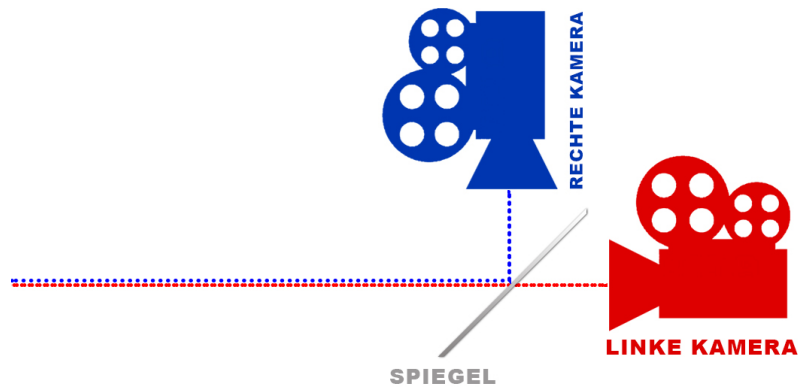


Abbildung 11: Schema eines Spiegelrigs

Abbildung 12²³ zeigt das sogenannte ET ATOM 3D RIG, das mit zwei Kameras der Firma RED bestückt ist.



Abbildung 12: ET ATOM 3D RIG

²³ <https://aloadedcannon.files.wordpress.com/2012/10/et-atom-3d-red-rig.jpeg>

Bei einer anderen Bauart werden die beiden Kameras so montiert, dass sie aufeinander zeigen. Zwischen ihnen befindet sich dann jeweils ein nicht durchlässiger Spiegel im 45 Grad Winkel. Diese Konstruktion kommt allerdings seltener zum Einsatz.

Ebenso wie das SIDE-BY-SIDE-Rig²⁴. Hierbei sind die beiden Kameras parallel nebeneinander auf einer verschiebbaren Platte montiert, wodurch sich der interokulare Abstand einstellen lässt, welcher aber nie kleiner als die Breite der Kamera werden kann. (siehe Abbildung 13)²⁵. Dies ist allerdings oft notwendig, da eine zu große Parallaxe für den Zuschauer bei nahen Objekten störend wirken kann. Side-by-Side-Rigs werden daher hauptsächlich für Totalen und weite Szenerien eingesetzt.



Abbildung 13: Side-by-Side-Rig

2.2.2 Wiedergabe der stereoskopischen Aufnahmen

Um das Stereo-Bildpaar der beiden Kameras nur für das jeweilige Auge sichtbar zu machen, gibt es mehrere Techniken. Dies ist von großer Bedeutung, da nur so die dreidimensionale Wirkung eines Bildes erzeugt werden kann.²⁶ Wie bereits erwähnt, kann der Mensch nur dann ein plastisch wirkendes dreidimensionales Bild generieren,

²⁴ <https://de.wikipedia.org/wiki/3D-Rig#Side-By-Side-Rig>

²⁵ http://images.digitalmedianet.com/2009/Week_20/dqpkigv6/story/3d_side_by_side_rig_050.jpg

²⁶ <http://www.zdf.de/dokumentation/was-sie-schon-immer-ueber-3d-wissen-wollten-5339226.html>

wenn beide Augen ein leicht unterschiedliches Bild sehen. Dies kann mit folgenden Techniken bewerkstelligt werden:

Ohne weitere Hilfsmittel lässt sich ein stereoskopisches Bild wiedergeben, indem man die beiden Einzelbilder nebeneinander legt und mit dem sogenannten Parallelblick bzw. dem Kreuzblick betrachtet. Beim Parallelblick muss das linke Bild links, und das rechte Bild rechts angeordnet sein. Umgekehrt verhält es sich beim Kreuzblick. Hier sind die Bilder vertauscht. Dem geübten Zuschauer gelingt es, die beiden Bilder so zu betrachten, das für ihn ein dreidimensionaler Eindruck entsteht. Wie die Namen bereits andeuten, gelingt der Parallelblick nur, wenn die Augen keine Konvergenz aufweisen, also parallel stehen. Der Kreuzblick gelingt, indem mithilfe von Schielen die Bilder quasi über kreuz angeschaut und so lange überlagert werden, bis das daraus resultierende Bild langsam scharf wird und ein 3D-Eindruck entsteht. Ein Beispiel ist in Abbildung 14²⁷ dargestellt. Mit etwas Übung kann auf diese Weise eine schnelle Illusion eines dreidimensionalen Bildes erzielt werden.



Abbildung 14: Stereoskopisches Bildpaar – linkes Bild rechts, rechtes Bild links

Soll dem Zuschauer allerdings intuitiv und ohne vorherige Übung ein stereoskopisches Bild präsentiert werden, gelingt dies nur mit anderen Methoden. Am häufigsten werden zur Trennung des Bildpaares Brillen eingesetzt.

Seinen schlechten Ruf verdankte 3D lange Zeit den Anaglyphenbrillen. Diese, meist aus Pappe bestehenden Brillen können zwar einen durchaus zufriedenstellenden dreidimensionalen Eindruck vermitteln, sind aber aufgrund ihrer Farbfilter ungeeignet um einen natürlichen Farbeindruck wiederzugeben. Meist werden bei diesem Verfahren rot/cyan, magenta/grüne selten aber auch gelb/violette Filter verwendet. Das Anagly-

²⁷ <http://images.fotocommunity.de/bilder/stereoskopische-raumbilder/kreuzblick-stereos/spirale-oder-wendel-6f85c1dd-9f4c-4860-aaa9-00494427174d.jpg>

phenverfahren²⁸ stammt aus den 1930er Jahren, und ist bis heute trotz der Nachteile eine schnelle und günstige Möglichkeit, 3D-Inhalte sichtbar zu machen. Um jedem Auge nur das jeweilige Bild zuzuführen, trägt der Zuschauer eine Brille mit meist rot/cyan Farbfiltren. Das dreidimensionale Bild entsteht, wenn wie im Fall von Abbildung 15, das linke Bild rot und das rechte Bild blau eingefärbt ist, und beide anschließend übereinander gelegt werden. Durch die Brille ist für den Zuschauer auf dem linken Auge mithilfe des roten Farbfilters nun nur das rot eingefärbte linke Bild sichtbar. Umgekehrt verhält es sich mit dem blauen rechten Bild genauso. Jedem Auge wird somit das jeweils richtige Quellbild gezeigt und ein scheinbarer Tiefeneindruck entsteht.



Abbildung 15: schematische Darstellung einer Anaglyphenbrille

Die momentan verbreitetste Technik, um im Kino wiederzugeben, ist die mithilfe von Polarisationsbrillen.²⁹ Durch die Verwendung von Polfiltern ist nicht nur ein sehr guter Tiefeneindruck generierbar, sondern auch Farben lassen sich nahezu verlustfrei darstellen. Einzig die Helligkeit der Bildquelle verringert sich ein wenig. Die Polarisations-technik funktioniert, indem die beiden Bilder des Stereobildpaares vom Projektor jeweils entgegengesetzt polarisiert werden. Durch eine spezielle Leinwand mit Metallbeschichtung bleibt diese Polarisation, selbst beim Auftreffen der Lichtpartikel auf die Leinwand erhalten. Die beiden Gläser der Brille sind nun ebenso polarisiert wie die Filter des Projektors, und führen so jedem Auge nur das jeweils benötigte Bild zu.³⁰

²⁸ <https://adcnj3d.wordpress.com/the-science-of-anaglyph-3d/>

²⁹ http://suite101.de/article/3dfilme-im-kino-welche-systeme-gibt-es-a67051#.VZJScFxl_2g

³⁰ <http://psi.physik.kit.edu/332.php>

Polfilter kann man sich, vereinfacht betrachtet, als eine gitterartige, feine Kammstruktur vorstellen. Legt man zwei identische Filter exakt übereinander sind sie durchsichtig. Rotiert man jedoch einen der beiden, überlagern sich die „Kammstrukturen“ soweit, dass kein bzw. wenig Licht durch die Filter gelangen kann. Leitet man nun am Projektor Lichtstrahlen durch einen Polfilter, bleibt seine individuelle Polarisierung, dh. seine „Kammstruktur“ erhalten. Nur ein identisch polarisierter Filter, mit der selben Rotation in einem Glas der Brille, kann nun von diesen Strahlen passiert werden. Durch diese Methode kann erreicht werden, das Licht, dass für das linke Auge polarisiert wurde, den rechten Polfilter der Brille nicht durchdringt. Ein 3D-Eindruck entsteht. Betrachtet man die Leinwand ohne Brille, ist das Stereobildpaar überlagert zu erkennen. (siehe Abbildung 16).



Abbildung 16: schematische Darstellung einer Polarisationsbrille

Polarisationsbrillen finden auch bei vielen modernen 3D-TV-Geräten Verwendung. Daneben verwenden aber auch viele Hersteller „Shutterbrillen“³¹.

Shutterbrillen haben Flüssigkristalle im Glas der Brillen. Mithilfe eines elektrischen Impulses lassen sich diese Kristalle so anordnen, dass sie Ketten bilden und lichtundurchlässig werden. Fließt kein Strom, kann man durch sie hindurch schauen. Die Brille schließt nun abwechselnd den Lichtdurchfluss für jeweils eines der beiden Gläser. Dies geschieht mehr als 50 Mal pro Sekunde und ist somit für das menschliche

³¹ <http://de.wikipedia.org/wiki/Shutter-3D-System>

Auge nicht wahrnehmbar. Ein fein abgestimmtes System im TV-Gerät regelt diese Verschlusszeiten via Infrarot. Das Fernsehgerät zeigt währenddessen synchron im selben Wechselrhythmus das jeweilige Bild des Stereopaars an. Physikalisch betrachtet sieht der Betrachter also nie beide Bilder gleichzeitig, da sie jeweils nur einzeln für einen winzigen Sekundenbruchteil vom TV-Gerät angezeigt werden. Trotzdem sind für den Zuschauer, ohne Brille, zwei überlagerte Bilder zu erkennen, da das Auge den viel zu schnellen Wechsel nicht realisieren kann. Diese subjektive Einschätzung wird deshalb bewusst nicht von der Schemazeichnung dargestellt. (siehe Abbildung 17).

Auch mit dieser Methode gelangen nur die vorgesehenen Bilder zum jeweiligen Auge des Zuschauers. Im Gegensatz zu Polarisationsbrillen funktionieren Shutterbrillen allerdings ausschließlich mit Strom und werden deswegen auch oft als aktive 3D-Brillen bezeichnet. Sie sind jedoch in Ihrer Anschaffung teuer und im Gebrauch sensibler.



Abbildung 17: schematische Darstellung einer Shutterbrille

2.3 Geschichte der Stereoskopie

Der Ursprung der Stereoskopie liegt etwa 2.300 Jahre zurück.³² So beschäftigten sich schon in der Antike der griechische Mathematiker Euklid sowie der Arzt Galenos mit dem räumlichen Sehen. Der moderne Begriff der Stereoskopie wurde allerdings erst sehr viel später geprägt. Die nachfolgenden Kapitel erläutern die Geschichte der Stereoskopie näher, und geben einen kurzen Einblick in ihre Entwicklung.

³² <http://www.photographische-gesellschaft.at/index.php?go=stereo&site=stereo.php&usite=89&umen=55>

2.3.1 Stereoskopie vor 1900

Um 1838 konstruierte der englische Physiker Sir Charles Wheatstone ein Gerät, mit dem er zwei von Hand gezeichnete Bilder so vereinen konnte, dass für den Betrachter ein räumlicher Eindruck entstand. Sein aus Holz und Spiegeln gefertigtes Gerät nannte er „Stereoskop“³³. (siehe Abbildung 18)³⁴. Dies funktionierte, indem die von Hand gezeichneten Bilder mithilfe der Spiegel (A',A) auf die Blickachse des Betrachters gelenkt wurden.

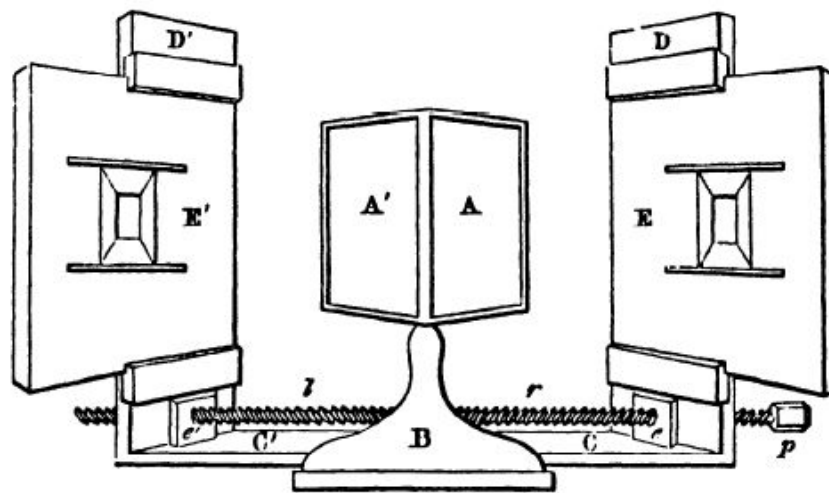


Abbildung 18: Stereoskop von Wheatstone

Im Jahr 1841 kam Wheatstone auf die Idee, seine Erfindung mit der neuen Technologie der Fotografie zu vereinen und ließ die ersten stereoskopischen Aufnahmen anfertigen. Über viele Jahre hinweg wurde die neue Technologie weiterentwickelt und bereits nach recht kurzer Zeit wurden stereoskopische Kameras mit zwei Objektiven präsentiert. Die erste stellte der schottische Physiker Sir David Brewster im Jahr 1849 vor.³⁵

Viele Fotografen versuchten sich mit der Stereoskopie und kreierten stereoskopischen Inhalt, während sie die ganze Welt bereisten. Gerade im Zeitalter der Kolonialisierung, als ein größeres Interesse an der Welt hinter dem Horizont aufkam, war die Stereosko-

³³ http://www.wundersamessammelsurium.info/optisches/3d_stereoskop1/index.html

³⁴ http://www.i-fidelity.net/uploads/pics/Mirror_Stereoscope.jpg

³⁵

http://www.stereoskopie.com/Stereofotografie/Geschichte_der_Stereokamera/body_geschichte_der_stereokamera.html

pie ein willkommenes Mittel, um Menschen einen Einblick in andere Kulturen zu gewähren. Ohne eine damals quasi unerschwingliche Reise zu finanzieren, konnten so auch normalverdienende Menschen einen scheinbar realistischen Eindruck von der Welt gewinnen.³⁶

Der amerikanische Autor Oliver Wendell Holmes entwickelte 1861 ein Wiedergabegerät, das für den Besitzer persönlich einstellbar war. Ein Stereobildpaar konnten so von allen Mitgliedern der Familie individuell angeschaut werden. Schnell wurde der sogenannte „Holmes-Betrachter“ von der breiten Masse angenommen und war über Jahrzehnte hinweg in unzähligen Haushalten zu finden.

Die dreidimensionale Abbildung der Realität hatte ihren Höhepunkt noch vor Beginn des ersten Weltkrieges, mit dem von August Fuhrmann entwickelten, sogenannten „Kaiser-Panorama“. (siehe Abbildung 19)³⁷. Das erste seiner Art eröffnete 1880 in Breslau.

Mit diesem Gerät gelang es ihm, verschiedene Stereobildserien für bis zu 25 Personen im Rundlauf zu präsentieren. Die Öffentlichkeit konnte diese Innovation gegen ein Entgelt erleben. Von bis zu acht Fotografen erhielt Fuhrmann Fotografien aus der ganzen Welt, die anschließend aufwendig koloriert und in bis zu 250 Filialen präsentiert werden konnten.³⁸ Aktuelles Zeitgeschehen konnte so innerhalb eines halben Jahres annähernd realitätsgetreu der Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden.³⁹ Nach dem ersten Weltkrieg konnte sich allerdings der Film als neues Massenmedium durchsetzen, und das Kaiserpanorama verlor seinen Reiz.

³⁶ http://www.3d-historisch.de/Geschichte_Stereoskopie/Geschichte_Stereoskopie.htm

³⁷ <http://images.derstandard.at/2008/12/03/1227333977293.jpg>

³⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Kaiserpanorama>

³⁹ http://www.3d-historisch.de/Geschichte_Stereoskopie/Geschichte_Stereoskopie.htm



Abbildung 19: Kaiser-Panorama von August Fuhrmann

2.3.2 3D-Filme seit 1900

Mit dem Aufkommen der Filmtechnik wurde das Interesse nach dreidimensionalen Inhalten im Bewegtbild groß, denn die Stereoskopie an sich, erfreute sich auch nach dem ersten Weltkrieg immer noch großer Beliebtheit. Während der Film selbst noch in den Kinderschuhen steckte, testeten die beiden Filmmacher Edwin S. Porter und William E. Waddell schon 1915 erste Vorführungen in 3D.⁴⁰ Der erste 3D-Langspielfilm feierte unter dem Namen „The Power of Love“ am 27. September 1922 seine Premiere. Hier kam auch die in Kapitel 2.2.2 beschriebene rot/grüne Anaglyphentechnik zum Einsatz.⁴¹ Der ohnehin in schwarz-weiß produzierte Stummfilm entfaltete so eine gute Tiefenwirkung. 3D lockte die Zuschauer ins Kino, bis der Farbfilm Anfang der 1930er Jahre in den Lichtspielhäusern der Welt an Bedeutung gewann. Durch die farbigen Bilder war das Anaglyphenverfahren plötzlich nahezu unbrauchbar. Der Amerikaner Edwin H. Land tüftelte allerdings zu dieser Zeit schon am später als „Polaroid-Filter“ bekannten Polarisationsystem.⁴² So konnte schon 1937 die Gartenschau in Dresden mit Hilfe von Polarisations Technik in Farbe bestaunt werden.⁴³

⁴⁰ <http://de.wikipedia.org/wiki/3D-Film>

⁴¹ <http://www.imdb.com/title/tt0013506/>

⁴² <http://www.stereo-3d-info.de/historie4.html>

⁴³ <http://www.kinos3d.de/ueber-3d-kino/3d-kino-von-frueher-bis-heute>

2.3.3 3D-Boom der 1950er Jahre

Die Welt erlebte in den 1950er Jahren einen 3D-Boom mit riesigem Ausmaß. Alleine zwischen 1953 und 1954 wurden von 502 Spielfilmen⁴⁴, 52⁴⁵ Filme in 3D präsentiert. Dies waren mehr als 10% der Filme. Der Grund war hauptsächlich der Wille, die Zuschauer wieder vom Kino zu begeistern und zurück in die Lichtspielhäuser zu locken. Mit Aufkommen des Fernsehens Mitte der 1920er Jahre blieben immer mehr Menschen dem Kino fern. Die dritte Dimension wirkte diesem Rückgang entgegen, und bescherte dem Kino einen Aufschwung. Allerdings hielt diese Begeisterung nicht lange. Die fehlende Ausgereiftheit der Technik und die schwierige Produktion setzten dem Boom ein Ende. 3D-Filme waren durch ihre analogen Trägermedien nur sehr schwer zu synchronisieren, was bei vielen Menschen Übelkeit oder Schwindel auslöste. 3D-Filme hatten vorerst ihren Reiz für die breite Masse verloren.

2.3.4 3D-Kino bis 2010

In den darauf folgenden Jahren konnte 3D nie den großen Durchbruch schaffen. In den 1970er und 1980er Jahren gab es zwar immer wieder kleinere Aufschwünge, diese beinhalteten allerdings nie mehr als B-Movies im Horror-, Abenteuer- oder Softporno-genre.⁴⁶ Auch Versuche Anaglyphen-3D im TV zu übertragen scheiterten. Die geringe Auflösung und Farbtiefe der analogen PAL-Geräte machten ein scharfes Bild und einen damit verbundenen guten 3D-Eindruck unmöglich. Lediglich IMAX-Kinos führten an wenigen Standorten weltweit, über viele Jahre hinweg, mit Hilfe von Spezialleinwänden und extra breiten 70mm-Kopien, analoge Naturdokumentationen oder Wissenschaftsfilme vor.⁴⁷ Eine langfristige Etablierung von 3D blieb aus. Dies lag auch an der Stagnation der Technik, die immer noch sehr fehlerbehaftet war. Erst durch die Entwicklungen der digitalen Filmtechnik konnte eine technische Grundlage geschaffen werden, die den Ansprüchen einer 3D-Produktion im modernen Kino angemessen war.

Kurz nach der Jahrtausendwende feierte mit „Spy Kids 3D: Game Over“ einer der ersten digitalen 3D-Filme in den US-amerikanischen Kinos Premiere.⁴⁸ Die digitale Technik läutete ein neues Zeitalter des 3D-Films ein. Bis 2010 entwickelte sich in den USA ein 3D-Trend, der am 10. Dezember 2009 in Deutschland mit Erscheinen von James

⁴⁴ <http://www.kino.de/filme/jahre/1953/seite-20/>; <http://www.kino.de/filme/jahre/1954/seite-22/>

⁴⁵ http://de.wikipedia.org/wiki/Liste_von_3D-Filmen

⁴⁶ http://www.kinofenster.de/3d_kino_geschichte_und_zukunft/

⁴⁷ http://www.kinofenster.de/3d_kino_geschichte_und_zukunft/

⁴⁸ <http://www.imdb.com/title/tt0338459/>

Camerons „AVATAR“, sowohl landes- als auch weltweit einen wahren 3D-Boom auslöste.

3 Der 3D-Boom von 2010

3.1 Anfänge und Spurensuche im digitalen Kino

Wie bereits oben angedeutet, war es die digitale Filmtechnik, die quasi als Brutkasten der 3D-Renaissance fungierte. Durch ihre digitalen Systeme und Speichermedien, schaffte sie Möglichkeiten für Filmemacher, die weniger anfällig für Fehler waren und eine kostengünstigere Alternative zum analogen Film lieferten. Wie zu Anfang festgestellt, ist die dreidimensionale Wahrnehmung des Menschen ein sensibles System, welches allzu schnell ins Ungleichgewicht geraten kann. Bereits geringste Unstimmigkeiten hinsichtlich der Positionierung der Kameras, der Brennweite der Objektive, oder der Synchronisation des Stereobildpaares können kognitive und körperliche Auswirkungen für den Zuschauer haben. Dies wirkt sich auf die Qualität des 3D-Eindrucks aus.⁴⁹ Mithilfe der digitaler Technik sind Bilder exakt synchron, Farben können in der Nachproduktion genau aufeinander abgestimmt werden und eine teure Entwicklung der analogen Filmstreifen bleibt aus. Auch der Vorführung im Kino wurden dadurch potentielle Fehlerquellen entzogen. So erfolgte die Wiedergabe nun nicht mehr durch flackernde Filmstreifen, die ebenfalls perfekt synchronisiert werden mussten, sondern durch ein digitales Datenpaket, dem sogenannten DCP, in dem Bild und Ton bequem verschnürt sind. Kratzer und unruhige Bilder trüben somit den 3D-Eindruck nicht mehr.⁵⁰

3.1.1 Digitalisierung in Deutschland

Der Umschwung vom analogen zum digitalen Film muss differenziert betrachtet werden. So gibt die Anzahl von digitalen Kinoleinwänden in Deutschland zwischen 2005 und 2011 Aufschluss darüber, wieso in Deutschland erst 2010 die Voraussetzungen für einen 3D-Boom gegeben waren.

⁴⁹ <http://www.heise.de/ct/artikel/3D-2-0-291654.html>

⁵⁰ http://www.kinokompendium.de/service_bild.htm

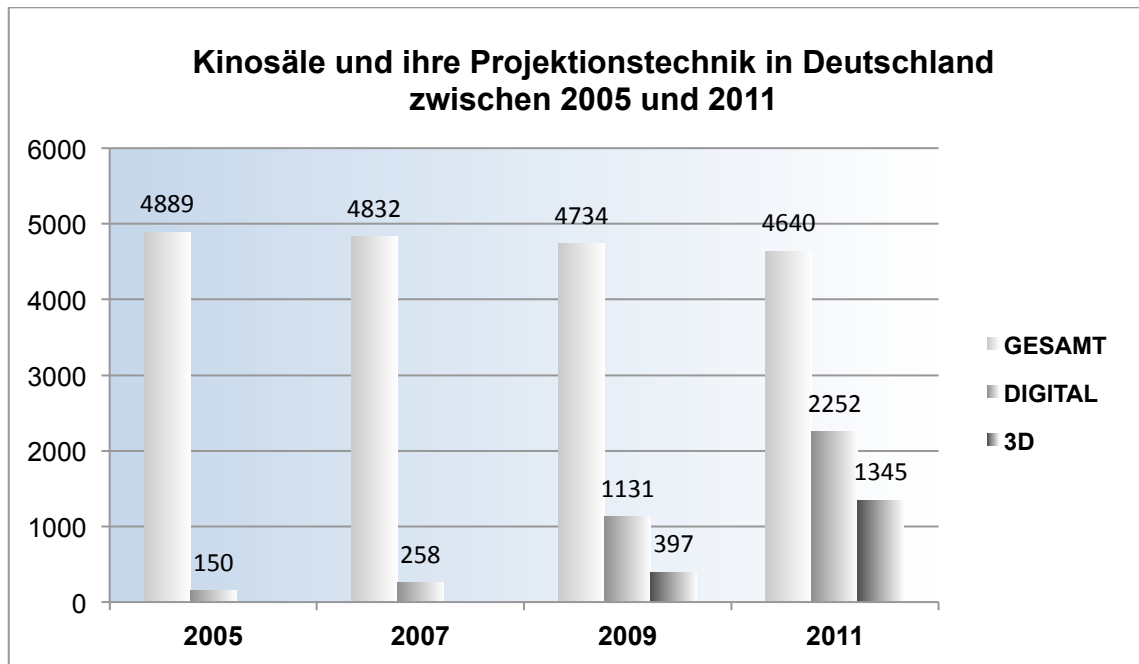


Abbildung 20: Kinosäle und ihre Projektionstechnik zwischen 2005 und 2011

Wie in Abbildung 20 zu erkennen, waren bis 2009 nur wenige Kinosäle von analog auf digital umgestellt.

Im Jahr 2005 waren von insgesamt 4.889⁵¹ Sälen gesamt nur 3%⁵² so weit umgerüstet, das in ihnen Filme digital wiedergegeben werden konnten. Dies entspricht knapp 150 Kinosälen in ganz Deutschland. Eine 3D-Fähigkeit der dortigen Projektoren ist leider nicht nachweisbar.

Zwei Jahre später, Ende 2007, gab es bereits 258⁵³ Leinwände mit digitaler Projektionstechnik von 4.832⁵⁴ Sälen insgesamt. Auch hier kann kein Rückschluss über eine 3D-Fähigkeit besagter Technik gezogen werden. Dies ist erst 2009 möglich.

2009 waren 1.131⁵⁵ Kinosäle in Deutschland in der Lage, einen Film digital zu präsentieren und 397 Projektoren davon sogar 3D-fähig. Auf eine Gesamtzahl von 4.734⁵⁶

⁵¹ http://www.ffa.de/downloads/marktdaten/4_1_Standorte/05_bis_07_jahresabschluss.pdf

⁵² http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinosaele_brd_2003_2011.pdf

⁵³ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinosaele_brd_2001_2009.pdf

⁵⁴ http://www.ffa.de/downloads/marktdaten/4_1_Standorte/05_bis_07_jahresabschluss.pdf

⁵⁵ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinosaele_brd_2001_2009.pdf

⁵⁶ http://www.ffa.de/downloads/marktdaten/4_1_Standorte/09_bis_11_jahresabschluss.pdf

Leinwänden übertragen bedeutet dies, dass Ende 2009 etwa 8% aller Leinwände ihrem Publikum einen 3D-Film zeigen konnten.

Diese Anzahl genügte allerdings noch nicht, um der breiten Masse modernes DIGITAL 3D mit all seinen oben beschriebenen Vorzügen zu präsentieren, und einen Boom auszulösen. Trotzdem war das Netz Ende 2009 soweit ausgebaut, dass ein neuer 3D-Film von relativ vielen Menschen in ihrem näheren Umfeld angeschaut werden konnte. So wurden Filme wie FINAL DESTINATION 4⁵⁷ oder der Animationsfilm OBEN⁵⁸ im Herbst 2009 in mehreren deutschen Städten sowohl in 2D als auch in 3D präsentiert.

Neben der weiter voranschreitenden Digitalisierung des deutschen Kinos brauchte es aber einen weiteren Faktor, der als Katalysator für den 3D-Boom 2010 fungierte. James Cameron's AVATAR brach Anfang 2010 alle Zuschauerrekorde und wurde auf Anhieb der erfolgreichste Film aller Zeiten. Ihm ist es wohl hauptsächlich zu verdanken, dass in Deutschland zwei Jahre später mehr als viermal so viele 3D-fähigen Kinosäle zur Verfügung standen, als noch Ende 2009. Von 4.640⁵⁹ Leinwänden in Gesamtdeutschland wurden 2.252 mit digitaler Technik betrieben und 1.345 davon konnten einen 3D-Inhalt ausgeben.⁶⁰ Das entspricht fast einem Drittel aller Kinosäle.

Doch was machte AVATAR zum Zündfunken des 3D-Booms von 2010?

3.2 James Camerons AVATAR

Schon am ersten Wochenende spielte AVATAR über 77 Millionen Dollar in US-amerikanischen Kinos ein.⁶¹ Dies war für den damaligen Zeitpunkt ein gutes, aber keineswegs ein Rekordergebnis. Ohne eine bestehende Fanbase um sich herum zu wissen, gelang AVATAR nur der sechsbeste Start des Kinojahres 2009 in den USA. Bereits am 24. Januar 2010, also 38 Tage nach der Premiere, hatte er jedoch den bisherigen Titelhalter TITANIC⁶², mit einem Einspielergebnis von 1,84 Milliarden Dollar, bereits als kommerziell erfolgreichsten Film aller Zeiten abgelöst.⁶³ Bis heute erfolgten

⁵⁷ http://www.imdb.com/title/tt1144884/?ref_=fn_al_tt_1

⁵⁸ http://www.imdb.com/title/tt1049413/?ref_=fn_al_tt_1

⁵⁹ http://www.ffa.de/downloads/marktdaten/4_1_Standorte/09_bis_11_jahresabschluss.pdf

⁶⁰ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinosaele_brd_2003_2011.pdf

⁶¹ http://www.imdb.com/title/tt0499549/business?ref_=tt_dt_bus

⁶² http://www.imdb.com/title/tt0120338/?ref_=fn_al_tt_1

⁶³ <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/kino-avatar-ist-erfolgreichster-film-aller-zeiten-1907973.html>

mehrere Neuveröffentlichungen im Kino und verhalfen dem 162 Minuten langen Welt-raumepos diese Position zu festigen und den Vorsprung auszubauen. Heute liegt sein weltweites Einspielergebnis bei knapp 2,8 Milliarden Dollar.⁶⁴ Thomas Schülke, Marketing Direktor der Kinokette UCI, erklärte in einem Interview mit der überregionalen deutschen Wochenzeitung DIE ZEIT, dass 75% des Einspielergebnisses bereits Anfang 2010 mit 3D-Vorstellungen eingenommen wurden.⁶⁵

Maßgeblich für diesen Erfolg verantwortlich war James Cameron's ausgereifter Sinn für 3D. Fast 15 Jahre arbeitete er auf den fertigen Film hin, und entwickelte sogar eigens Technik, die eine Entstehung erst möglich machten. Die von ihm mitentwickelten digitalen 3D-Kameras wogen mit 15 Kilogramm nur rund 10% von dem, was ein 3D-Rig vorher wog, und ließen so auch Aufnahmen aus der Hand zu.⁶⁶ In erster Linie verwendete er 3D so, dass es für den Inhalt und die Handlung des Films nützlich war. AVATAR gelingt es den Zuschauer dadurch komplett in eine fremde Welt zu katapultieren.

3.2.1 Inhalt

AVATAR erzählt die futuristische Geschichte rund um den früheren US-Marine Jake Sully, der bedingt durch eine Wirbelsäulenverletzung, an den Rollstuhl gefesselt ist. Aufgrund seiner genetischen Identität, die identisch mit der seines verstorbenen Zwilingsbruders ist, eröffnet sich ihm die Möglichkeit auf dem fernen Mond Pandora dessen Arbeit als Forscher im Körper eines sogenannten Avatars fortzusetzen. Diese Körper werden aus menschlicher DNA und der DNA der Ureinwohner von Pandora gekreuzt und können anschließend durch den jeweils genetisch passenden Menschen ferngesteuert werden. Als Forscher getarnt soll Jake Sully nun aufgrund seiner Fähigkeiten als Ex-Marine im Körper seines Avatars Aufklärungsarbeit für eine militante Firma leisten, die auf Pandora das sogenannte Unobtanium abbaut. Schnell gerät er zwischen die Fronten des naturverbundenen Volkes der Na'vi und die kommerziellen Interessen der skrupellosen Menschen.⁶⁷ Der Zuschauer folgt Jake dabei immer tiefer in den Wald von Pandora und wird schnell von der farbenfrohen Magie dieses paradiesisch anmutenden Ortes gefesselt.

⁶⁴ <http://www.insidekino.com/TOPOderFLOP/Global.htm>

⁶⁵ <http://www.zeit.de/kultur/film/2010-01/3-D-Filme>

⁶⁶ http://www.kinofenster.de/3d_kino_geschichte_und_zukunft/

⁶⁷ http://de.wikipedia.org/wiki/Avatar_-_Aufbruch_nach_Pandora

3.2.2 3D-Einsatz

Dies gelingt neben den dramaturgischen Leistungen von Cameron hauptsächlich durch den nahezu perfekten Einsatz der 3D-Technik. Noch nie zuvor wurde 3D so greifbar präsentiert wie in James Camerons AVATAR. Schwebende Berge, fluoreszierende Pflanzen, Luftkämpfe oder zu Boden rieselnde Asche und Blätter, sind hierbei zwar dankbare Effekte, wenn richtig in 3D inszeniert, waren jedoch für das damals hauptsächlich 3D-unerfahrene Publikum ein wahres Erlebnis. Jede Szene von James Camerons AVATAR scheint ihre eigene 3D-Dramaturgie zu besitzen und ist passend in Vorder-, Mittel- und Hintergrund eingeteilt. Die dreidimensionale Intensität wird dabei auf den jeweiligen Inhalt zugeschnitten und angepasst.⁶⁸ Anders als viele Filmemacher, die 3D als reine Effekthascherei einsetzten, gelang es James Cameron schon 2009 der dramaturgischen Geschichte von AVATAR eine neue Tiefe zu geben, die nur in 3D funktioniert. Viele Zuschauer empfanden den Film ohne die räumliche Tiefe als banal.⁶⁹ In einem Kino in 3D betrachtet, entfaltet AVATAR allerdings einen visuellen Sog, der als Meilenstein der 3D-Technologie gefeiert wurde und bis heute in seiner Komplexität und Authentizität unerreicht bleibt.⁷⁰ Diese audiovisuelle Perfektion gepaart mit einer traditionellen „Romeo und Julia“-Geschichte in einer fremden, opulent gestalteten Welt und einer Spur „Rettet die Erde“-Mentalität scheinen, was Einspielergebnisse betrachtet, genau den Zeitgeist des Kinopublikums getroffen zu haben.

Durch all diese Faktoren wurde AVATAR zum Auslöser des 3D-Booms. Allerdings wäre sein Erfolg ohne 3D vermutlich weitaus geringer ausgefallen. Somit kann man die Beziehung zwischen AVATAR und dem 3D-Boom wohl als win-win-Situation beschreiben.

⁶⁸ http://stereotec.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/09/PP_01-10_Avatar-Interview.pdf

⁶⁹ <http://www.moviepilot.de/movies/avatar-2/comments>

⁷⁰ http://stereotec.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/09/PP_01-10_Avatar-Interview.pdf

3.3 3D-Kino zwischen 2010 und 2015

Trotz der in Kapitel 3.2 beschriebenen Vorteile, die AVATAR und die Boom-Bewegung für einen gemeinsamen, erfolgreichen Start füreinander lieferten, war die hohe Qualität von James Camerons Epos auch mitverantwortlich für das scheinbare Abflachen des 3D-Erfolgs nach wenigen Jahren.

Dutzende Filme wurden gedreht um kommerziell an der neuen Technik zu profitieren. Viele dieser Filme mit schlechtem 3D-Einsatz, einige mit einer noch schlechteren 2D zu 3D-Konvertierung versehen.⁷¹ AVATAR kann bis heute als 3D-Referenzmaterial angesehen werden und hatte damit für nachfolgende Produktionen die Erwartungen so hoch geschraubt, das qualitativ minderwertige 3D-Filme vom Publikum gnadenlos sanktioniert wurden. Zwischen 2011 und 2015 wurden trotzdem jährlich immer zwischen 42 und 51 neue 3D-Filme in deutschen Kinos veröffentlicht.

Die Entwicklung des 3D-Booms zwischen 2010 und 2015 wird anhand der Faktoren Veröffentlichungen, Besucherzahlen und Umsatz erläutert.

3.3.1 Veröffentlichungen

Abbildung 21 zeigt die Entwicklung der 3D-Veröffentlichungen zwischen 2010 und 2015. 2010, zum Start der Boomphase waren es gerade einmal insgesamt 32⁷² Filme die in Deutschland in 3D gezeigt wurden, 2011 waren es bereits 50⁷³. 2012 konnten Kinobesucher insgesamt 46⁷⁴ und 2013 sogar 51⁷⁵ 3D-Filme im Kino betrachten. Im Jahr 2014 feierten 50⁷⁶ dreidimensionale Werke ihre Premiere, die allerdings nominell bis Ende 2015 von nur 42⁷⁷ neuen Filmen im laufenden Kalenderjahr 2015 unterboten werden. Hier sind die Quellen allerdings nicht eindeutig, und sollten als Schätzwerte betrachtet werden.

⁷¹ http://www.moviejones.de/news/news-kampf-der-titanen-miserable-3deffekte_5336.html

⁷² <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2010/>

⁷³ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2011/>

⁷⁴ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2012/>

⁷⁵ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2013/>

⁷⁶ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2014/>

⁷⁷ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2015/>

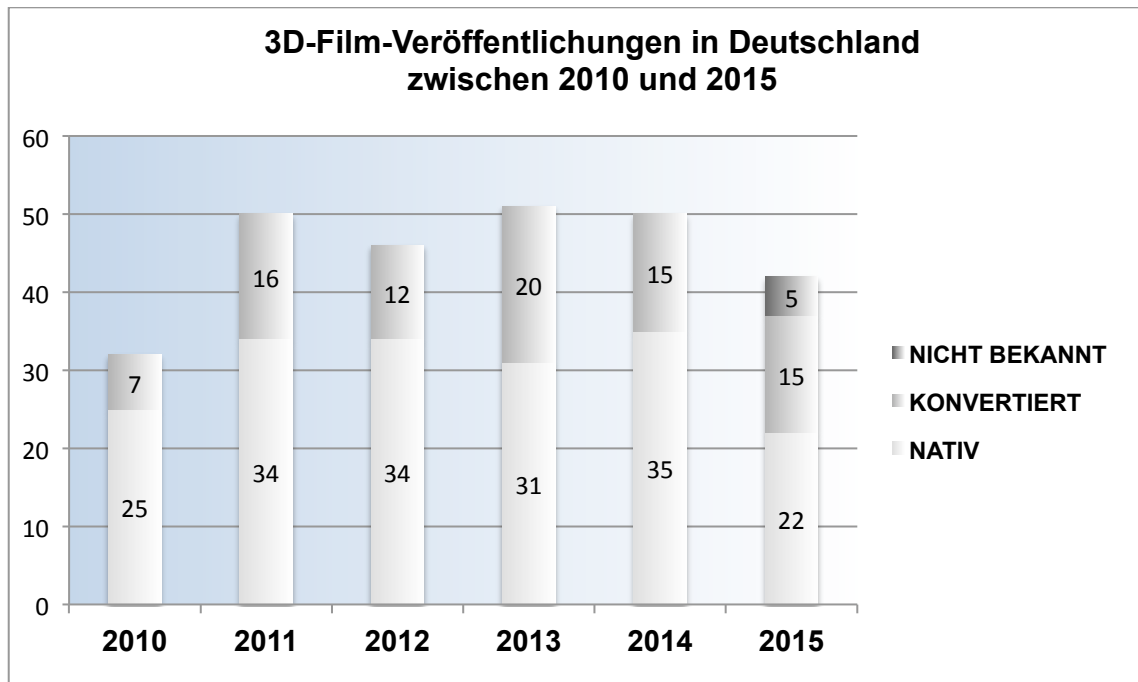


Abbildung 21: Neuveröffentlichungen von 3D-Filmen zwischen 2010 und 2015

Interessant bei dieser Statistik ist vor allem die Verteilung von komplett nativ in 3D erstellten Filmen und nachträglich dreidimensional konvertierten Werken. So ist die Zahl der nativen 3D-Projekte zwischen 2011 und 2014 mit Schwankungen bei maximal 35 (2014) und minimal 31 (2013) Filmen pro Jahr recht stabil geblieben. 2015 stellt allerdings zum ersten Mal seit 2010 einen Negativrekord mit bis zum jetzigen Zeitpunkt gerade einmal 22 bestätigten nativ hergestellten 3D-Filmen auf. Die Unterschiede, die sich auch in der Gesamtzahl der veröffentlichten 3D-Werke niederschlagen, wurden allerdings hauptsächlich von den nachträglich in 3D konvertierten Filmen bestimmt. So wurden zum Beispiel 2013 mit 20 Produktionen fast 40% aller neuveröffentlichen 3D-Filme konvertiert.⁷⁸ Ein Jahr zuvor waren es mit 12 konvertierten Werken gerade ein Viertel der 46 Gesamtveröffentlichungen.⁷⁹ 2011 und 2014 lag der prozentuale Anteil der konvertierten 3D-Filme mit jeweils 16⁸⁰ (2011) bzw. 15⁸¹ (2014) bei etwa einem

⁷⁸ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2013/>

⁷⁹ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2012/>

⁸⁰ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2011/>

⁸¹ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2014/>

Drittel aller 3D-Produktionen. Mit sieben⁸² Filmen gab es 2010 bisher die wenigsten nachträglich in 3D konvertierten Filme zu sehen.

Diese Schwankungen sind nicht ausschließlich von deutschen Kinogängern beeinflusst. Da die meisten Filme aus anderen Produktionsländern wie den USA stammen, werden 3D-Veröffentlichungen und die Entscheidung für oder wider natives 3D weltweit bzw. durch den jeweiligen, landeseigenen Kinomarkt beeinflusst. Trotzdem können unberührt davon Statistiken über die Besucherzahlen und Einspielergebnisse in Deutschland erhoben werden.

3.3.2 Besucherzahlen

Trotz der rückläufigen Anzahl der 3D-Veröffentlichungen in 2015, ist die Zahl von 3D-Kinobesuchern in Deutschland weiterhin konstant. Laut einer aktuellen Studie der deutschen Filmförderungsanstalt (FFA) lösten zwischen 2010 und 2014 immer etwa 20% der Kinobesucher ihre Tickets für 3D-Filme.

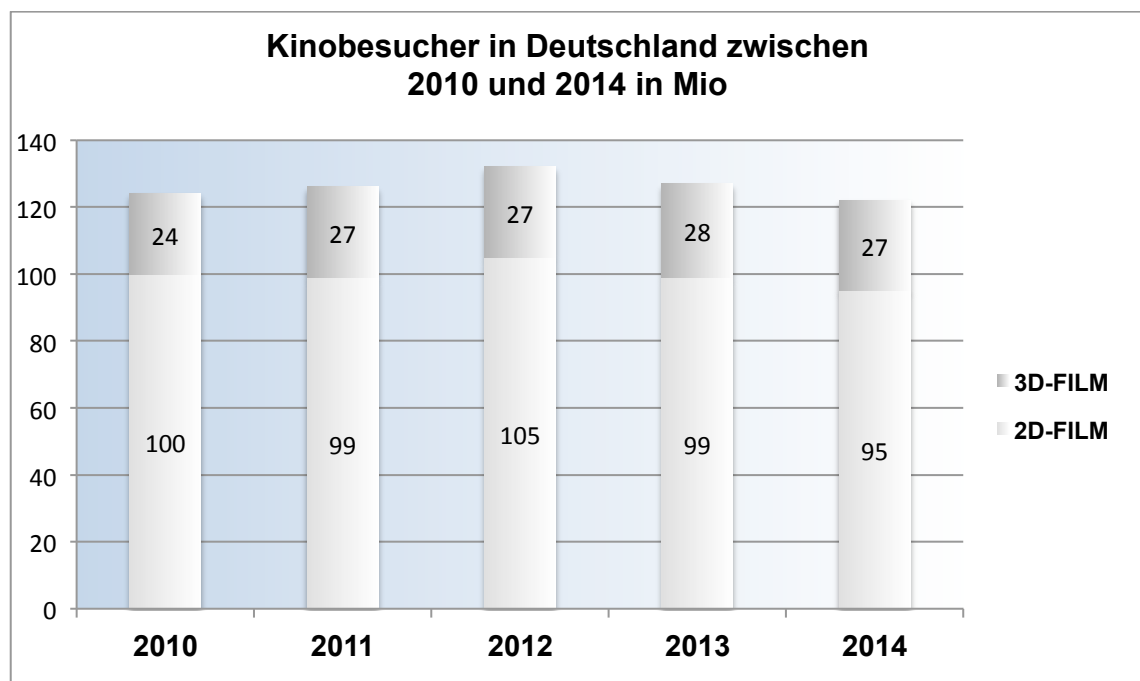


Abbildung 22: Anzahl der Kinobesucher in Deutschland zwischen 2010 und 2014

⁸² <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2010/>

Abbildung 22 unterscheidet 2D und 3D-Kinobesuchern in Deutschland zwischen 2010 und 2014. Im Jahr 2010 waren von insgesamt 124 Millionen verkauften Kinotickets in Deutschland 24 Millionen für eine 3D-Vorstellung. 2011 konnte diese Zahl auf 27 Millionen 3D-Besucher angehoben werden, während insgesamt rund 126 Millionen Menschen einen Film im Kino ansahen. 2012 wurde der Hochpunkt der letzten fünf Jahre mit einer Gesamtbesucherzahl von 132 Millionen, von denen 27 Millionen auf einen 3D-Film fielen, erreicht. Diese Zahl stieg 2013, wie zuvor bereits 2011, um 5%, auf 28 Millionen an, während die Besucherzahl der 2D-Filme auf 99 Millionen zurückging, und so einen Gesamtwert von rund 127 Millionen Kinobesuchern erzeugte.⁸³ Auch 2014 ging die 2D-Besucherzahl zurück, während der Verkauf von 3D-Tickets weitgehend gleich blieb. Fast 27 Millionen Menschen sahen einen 3D-Film und ca. 95 Millionen einen normalen 2D-Film. So bildet das Jahr 2014 mit knapp unter 122 Millionen Kinobesuchern insgesamt das Schlusslicht im 5-Jahresvergleich.⁸⁴ Dies wurde aber vor allem durch den Zurückgang von 2D-Kinobesuchen ausgelöst.

Betrachtet man die Besucherzahlen, hat sich das 3D-Kino auf dem deutschen Markt scheinbar etabliert. Hier ist nur eine geringfügige Rückläufigkeit zu erkennen. Zwar stellt 3D für traditionelle 2D Inhalte bisweilen keine Konkurrenz dar, trotzdem scheint seine Sparten-Position neben 2D, zur Zeit gefestigt. Wie sich dies 2015 mit dem geringen Angebot an 3D-Inhalten verhalten wird, bleibt abzuwarten. Das Interesse der Deutschen an 3D im Kino scheint jedenfalls ungebrochen. Falls große ausländische Produktionsfirmen in den nächsten Jahren 3D-Produktionen jedoch weiterhin reduzieren, wird dies auch in Deutschland nicht zu kompensieren sein.

3.3.3 Umsätze

Neben den reinen Besucherzahlen ist auch die Betrachtung der damit eingenommen Umsätze interessant. Um den Faktor Umsatz mit den beiden Faktoren in Relation setzen zu können, werden Umsätze im Zeitraum 2010 – 2014 analysiert. (siehe Abbildung 23).

⁸³ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf

⁸⁴ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

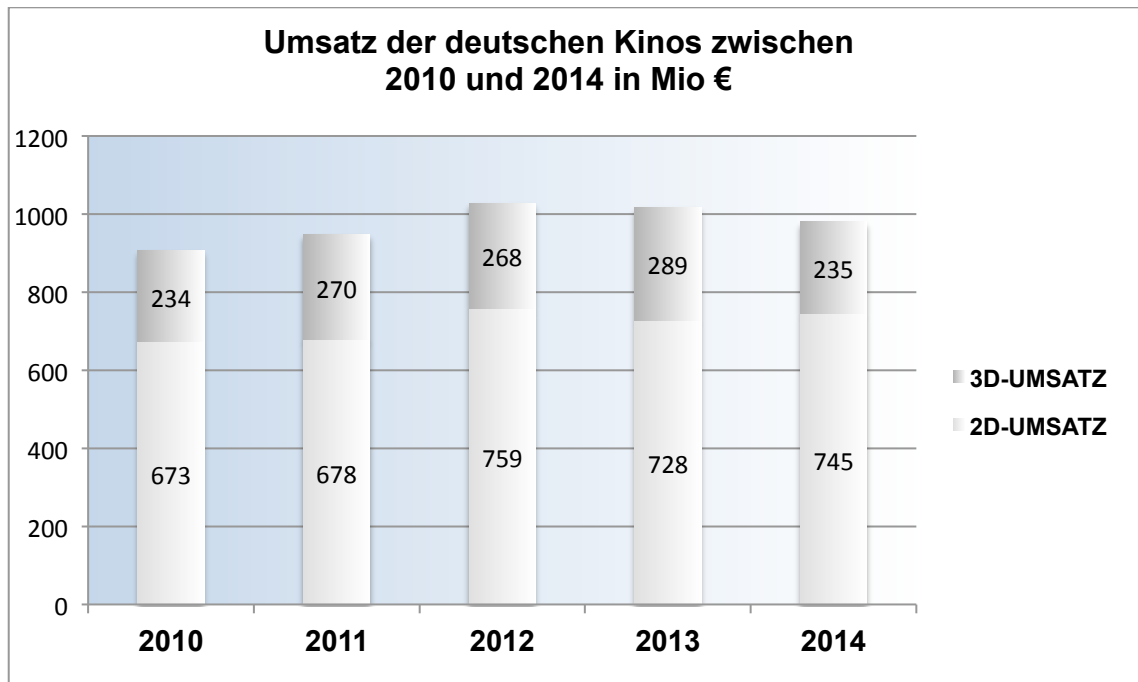


Abbildung 23: Umsatz der deutschen Kinos zwischen 2010 und 2014

Im Vergleich zu den oben genannten Besucherzahlen ist auffällig dass, mit gerade einmal einem Fünftel der Besucher 3D-Filme im selben Zeitraum immer mindestens ein Viertel des Gesamtumsatzes erwirtschafteten.⁸⁵ 2011 und 2013 waren es mit jeweils 270 Millionen € (2011) bzw. 289 Millionen € (2013) bei gesamten Einnahmen von 948 Millionen € (2011) und 1,016 Milliarden € (2013) sogar 28% des jährlichen Umsatzes. Ebenso kamen 2010 auf 907 Millionen € Gesamtumsatz etwa 234 Millionen €, die durch 3D-Vorstellungen eingenommen wurden. Dies entspricht wie 2012, mit 268 Millionen € 3D-Einnahmen bei 1,027 Milliarden Gesamtumsatz einem Anteil von 26 %.⁸⁶ Dies liegt an den teureren 3D-Tickets, ist aber für die Branche in Zeiten von Besucherrückgang, auch finanziell von großer Bedeutung. 2014 wurde ein Gesamtumsatz von fast 980 Millionen € erwirtschaftet.⁸⁷ Ein genauer Wert des 3D-Umsatzes war vor Abgabe dieser Bachelorarbeit von Seiten der FFA leider noch nicht erhoben worden. Der Marktanteil der 3D-Besucher lag 2014 allerdings bei 22,3%.⁸⁸ Hochgerechnet aus den 22,8 Millionen 3D-Film Besuchern, die 2014 ihr Ticket lösten und dem letzten bekannten durchschnittlichen Ticketpreis von 10,29 € in 2013⁸⁹ ergibt sich so ein Schätzwert

⁸⁵ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf

⁸⁶ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf

⁸⁷ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

⁸⁸ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

⁸⁹ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf

von 235 Millionen € Umsatz für 3D-Filme. Dies entspricht etwa 24% des Gesamtumsatzes, könnte aufgrund der steigenden Ticketpreisentwicklung allerdings noch etwas höher ausgefallen sein.

AVATAR zeigte, dass 3D im modernen Kino erfolgreich vermarktet werden kann. Trotz einer stabilen Stellung im Kinomarkt sahen jedoch im Jahr 2013 zwei Drittel der 3D-Besucher nur einen einzigen Film in 3D im Kino. Dies bedeutet im Umkehrschluss, dass nur 33% der Besucher, die sich für einen 3D-Film begeisterten, auch ein zweites Mal oder öfter ins Lichtspielhaus gingen, um eine weitere 3D-Produktion anzuschauen. Bei 51 neuveröffentlichten 3D-Filmen, also fast einer Produktion pro Woche des Jahres, wirkt diese Zahl niedrig. Im selben Zeitraum besuchten 56% der Zuschauer mehr als einmal das Kino, um einen Film in 2D zu sehen.⁹⁰ 2D Kino scheint, was das Interesse der Zuschauer betrifft, gefragter zu sein. Dies ist jedoch ein Trugschluss. Auf die absoluten Zahlen aus 3.3.2 bezogen bedeutet dies für das Jahr 2013:

51⁹¹ neu veröffentlichte 3D-Filme wurden in deutschen Kinos von insgesamt 28 Millionen Besuchern betrachtet, während die 2.383 übrigen Filme⁹², die 2013 in deutschen Kinos angeschaut werden konnten, von 99 Millionen Zuschauern besucht wurden. Daraus errechnet sich ein Durchschnitt von 549.020 Besuchern pro 3D-Film und gerade einmal 41.544 verkauften Tickets für jeden der restlichen Filme. Ein durchschnittlicher 3D-Film schaffte es im Jahr 2013 in Deutschland pro Film, 13 mal so viele Zuschauer zu generieren, als der Rest der angebotenen Produktionen. Diese Rechnung wirkt sehr übertrieben, da auch sämtliche Low-Budget Produktionen oder Indie-filme mit wenig Besucherzahlen in die Auswertung der 2D-Filme hineinfließen und dadurch den Durchschnitt der Besucher pro Film senken. Darüber hinaus werden nur solche Produktionen in 3D realisiert, die durch ihren riesigen Produktionsaufwand ohnehin eine große Menge an Besuchern generieren. Trotzdem wird klar, dass 3D einen großen finanziellen Einfluss auf die Einnahmen der Kinobranche hat, und in vielen Fällen noch als Zugpferd für einen Kinobesuch zu wirken scheint.

⁹⁰ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf

⁹¹ <http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2013/>

⁹² http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2014.pdf

4 Visueller und handwerklicher Wandel für Filmemacher

Wie bereits in Kapitel 2 beschrieben, ist die 3D-Technik ein sensibles System, in dem die Komponenten genau aufeinander abgestimmt sein müssen. Hierfür ist auf Materialseite ein hohes Maß an Qualität erforderlich. Darüber hinaus sind 3D-Projekte im Vergleich zu ihren zweidimensionalen Vertretern mit sehr viel Mehraufwand in der Herstellung verbunden. Dies hat Auswirkungen auf Filmemacher und die Art, wie sie ihre Kunst ausüben. Am Beispiel von Michael Bay's TRANSFORMERS-Trilogie ist dies zu veranschaulichen, da die ersten beiden Teile noch traditionell auf 35mm-Film und in 2D produziert, der dritte Teil hingegen nativ in DIGITAL 3D gedreht wurde.

4.1 Technischer Mehraufwand eines 3D-Projektes

Den Mehraufwand, den ein 3D-Film im Vergleich zu einem 2D-Film verursacht, beginnt bereits in der Vorproduktion.

Hier ist es von großer Bedeutung neben der wichtigen Story des Films auch eine darauf angepasste 3D-Dramaturgie zu entwickeln. In einem guten 3D-Film können die Zuschauer nicht den gesamten Film über nur von aus der Leinwand hervortretenden Objekten umgeben sein. Viel mehr muss der 3D-Effekt für jede Szene individuell geplant und angepasst werden.⁹³ Wichtig ist vor allem ein atmosphärischer und die Geschichte unterstützender Einsatz des 3D-Effekts.⁹⁴ Hiermit verhält es sich wie mit Musik. Diese wird auch genutzt, um die Emotionen der Protagonisten und die Dramaturgie der Story möglichst subtil an den Zuschauer weiterzugeben. Laute, epochale Tracks wechseln sich mit sanften, emotionalen Klängen ab, um die Dramaturgie des Films zu untermalen. Die Betrachtung von 3D-Inhalten ist auf lange Sicht ermüdend und anstrengend, und geht mit einem Rückgang des 3D-Tiefeneffekts einher.⁹⁵ Deshalb ist es wichtig, den Zuschauer zeitweise vom 3D-Effekt zu entwöhnen, um ihn anschließend an den richtigen Stellen umso kraftvoller darstellen zu können. Hierfür ist viel Verständnis für die dritte Dimension und eine frühe Planungsarbeit erforderlich. Dies führt zu 3D-Storyboards und computergenerierten Prävisualisierungen in 3D.

⁹³ Mendiburu, 2009, 94

⁹⁴ <http://www.moviescopemag.com/market-news/featured-editorial/the-role-of-the-stereographer/>

⁹⁵ <http://www.heise.de/ct/artikel/Krank-durch-3D-993788.html>

Das erforderliche Verständnis für Dreidimensionalität kommt vor allem von Stereographen, welche die gerade erwähnte 3D-Dramaturgie mit Regisseur und Kameramann ausarbeiten und anhand dieser den technischen Teil des 3D-Drehs koordinieren. Sie geben Anreize und entwickeln Ideen, wie der fertige Film am Besten in 3D präsentiert werden kann, und verfügen darüber hinaus über das technische Know-How, das für ein 3D-Projekt notwendig ist. Ein Stereograph versucht dem Team dabei zu helfen, ein eigenes 3D-Verständnis zu entwickeln und wählt gemeinsam mit dem Kameramann Objektive, Kameras und Rigs für den Dreh aus.⁹⁶

Im Umgang mit diesem Equipment muss bei einem 3D-Projekt mehr Zeit einkalkuliert werden. Durch ihre, auch noch heute, meist überdimensionale Größe und hohe Sensibilität, ist 3D-Technik nicht einfach zu bewältigen. Ein Umbau einer Szene oder die Neupositionierung der Kamera kann dabei sehr mühsam und zeitraubend sein. So kann ein Objektivwechsel in einem Spiegel-Rig unter Umständen Stunden in Anspruch nehmen. Der gleiche Wechsel würde bei einer 2D-Kamera wohl kaum mehr als ein paar Minuten dauern.⁹⁷

Des Weiteren ist ein viel besserer technischer Background erforderlich, um alle Parameter, die für einen perfekten 3D-Eindruck erforderlich sind, im Auge zu behalten. Die Schärfe kann in 3D zum Beispiel nicht mehr per Hand gezogen werden. Focus und Zoom sowie Konvergenz und Parallaxe müssen perfekt und absolut synchron angepasst werden können. Hierfür sind computergesteuerte Elemente erforderlich, die genauestens aufeinander abgestimmt sind.⁹⁸

Um ein professionelles 3D-Projekt zu bewältigen, ist neben der qualitativen auch eine quantitative Aufrüstung des Equipments erforderlich. Viele 3D-fähige Bildschirme werden gebraucht, um noch am Set die Tiefenwirkung des Bildes einschätzen zu können oder störende Bildinhalte anzupassen. Hier ist ein hohes Maß an Perfektionismus erforderlich, denn schon kleinste Details wie vom Bildausschnitt abgeschnittene Kanten, können den 3D-Eindruck trüben. Beim Kantenschneiden werden Teile der gezeigten Objekte nur einem Auge zugefügt, und beim Betrachter entsteht bei Betrachtung dieser Stellen ein Flackern an den jeweiligen Rändern.

⁹⁶ <http://www.moviescopemag.com/market-news/featured-editorial/the-role-of-the-stereographer/>

⁹⁷ Mendiburu, 2009, 111

⁹⁸ Mendiburu, 2009, 107

Um eine höhere Schärfentiefe im Bild zu erzeugen und dem Helligkeitsverlust durch die semipermeablen Spiegel der Rigs entgegenzuwirken, ist es ebenso von großer Bedeutung das Lichtequipment aufzustocken.⁹⁹ Durch die daraus resultierende höhere Grundhelligkeit kann eine größere Blendenstufe der Optik gewählt, und somit zu viel Tiefenunschärfe vermieden werden. (siehe Abbildung 24)¹⁰⁰.



*Abbildung 24: Vergleich Schärfentiefe
links – hohe Schärfentiefe bzw. wenig Tiefenunschärfe,
rechts - geringe Schärfentiefe bzw. viel Tiefenunschärfe*

Die Imitation der räumlichen Tiefe, wofür eine geringe Schärfentiefe oft im 2D-Kino und TV Verwendung findet, wird bei einem 3D-Projekt wie in Kapitel 2.2 erklärt, durch das Stereobildpaar erzeugt. Eine zusätzliche, zu große Tiefenunschärfe im Bild kann den 3D-Eindruck negativ beeinflussen. Daher ist, wenn nicht aus künstlerischer Sicht anders beabsichtigt, ausreichend Licht für eine 3D-Produktion erforderlich.

Auch bei der Studiotchnik ist für einen 3D-Dreh das passende Equipment von großer Bedeutung. Vor allem was Grip angeht, sollte die Produktion auf größere Ressourcen

⁹⁹ Mendiburu, 2009, 113

¹⁰⁰ https://michaelfotografiert.files.wordpress.com/2012/09/tiefenschc3a4rfe_1_neu.jpg

zurückgreifen können. So müssen Stative, Dollys und Kamerakräne aufgrund des hohen Gewichts der 3D-Kameras von Natur aus größer und schwerer sein als dies bei einer 2D-Produktion nötig wäre. Ein Vorteil eines computergesteuerten Kamerakrans ist jedoch die Flexibilität, die er, einmal aufgebaut, in einer Szene zulässt. Allerdings ist diese Technik von immenser Größe, äußert teuer und erfordert geschulte Operatoren.¹⁰¹

Neben all dieser modernen Technik ist auch beim zeitgenössischen Filmemachen das Speichermedium immer noch eines der wichtigsten Elemente. Bei digitalem 3D übernehmen dies hauptsächlich Festplatten, die Unmengen an Kapazität bieten müssen. So zeichnet der Recorder in einer Produktion mit einer RED EPIC DRAGON Kamera laut Hersteller bei einer Auflösung von 4K und Kinofilm typischen 24 Bildern pro Sekunde im optisch quasi verlustfreien REDCODE 5:1, der auch für Filme wie Peter Jackson's DER HOBBIT¹⁰² verwendet wurde, etwa 122 MB Daten pro Sekunde Filmmaterial auf.¹⁰³ Dieser Wert verdoppelt sich, da zwei Kameras simultan aufzeichnen und schafft so einen Beispielwert von 244 MB pro Sekunde. Das bedeutet für diese Einstellungen über 14,6 GB an Material pro Minute. Peter Jackson drehte DER HOBBIT sogar mit 48 statt 24 Bildern pro Sekunde, was diesen Wert auf fast 30 GB pro Minute ansteigen ließ. So können sich an einem einzigen Drehtag viele TB an Daten ansammeln. James Cameron's AVATAR hat schon 2009 laut Produzent Jon Landau etwa 180 TB Speicher benötigt. Dieser Wert wird sich bei der Fortsetzung AVATAR 2 laut Landau sogar verzehnfachen.¹⁰⁴

Digitales 3D erfordert sehr viel Rechenkapazität sowie Speicher und Prozessorleistung.¹⁰⁵ Neben der Speicherung während des Drehs kann dies vor allem bei der Nachbearbeitung zu Problemen führen. Hier muss ein großes Netz an Rechenkraft vorhanden sein, um dem Rohmaterial standzuhalten. Dies kann hauptsächlich mit Renderfarmen erreicht werden, in denen hunderte Computer zu einem Cluster zusammengefügt werden und so ein hohes Maß an Rechenleistung bieten.¹⁰⁶

Auch für die Nachbearbeitung des Films ist 3D eine Herausforderung. Editoren und Cutter müssen ein 3D-Verständnis besitzen und darüber hinaus die Möglichkeit haben, sowohl mit 2D als auch 3D-Vorschau arbeiten zu können. Visuelle Effekte müssen ge-

¹⁰¹ <http://www.arrirental.de/grip/cranes/remote-use-cranes/?print=ixjcdzle%252F>

¹⁰² <http://www.red.com/learn/red-101/redcode-file-format>

¹⁰³ <http://de.red.com/tools/recording-time>

¹⁰⁴ <http://futurezone.at/digital-life/avatar-2-benoetigt-ueber-12-petabyte-speicherplatz/65.107.965>

¹⁰⁵ Mendiburu, 2009, 61 f.

¹⁰⁶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Renderfarm>

nauer denn je eingesetzt werden, da ein minimaler Versatz zwischen real gedrehtem Material und ergänzendem, computergeneriertem CGI ungewollte Folgen, wie über der Oberfläche schwebende Personen haben kann.¹⁰⁷

Ein nativ gedrehter 3D-Film erfordert auch heute noch überaus hohen Perfektionismus und Leidensbereitschaft des Teams sowie erhebliche finanzielle Mittel. So kostet eine 3D-Produktion in der Herstellung etwa zwischen 20% und 30% mehr als eine 2D Produktion.¹⁰⁸ Eric Deren, Stereograph von THE AMAZING SPIDERMAN¹⁰⁹ und mitverantwortlich für die Konvertierung von James Cameron's TITANIC in 3D, stellte beim 3. Internationalen 3D-STEREO-FORUM 2013 in München fest, dass eine nachträgliche Konvertierung eines 2D Films in 3D jedoch auch nicht günstiger ist. Einzig der Produktionsverlauf am Set sei einfacher, da Kameras und Equipment, wie gewohnt, flexibel eingesetzt werden können.¹¹⁰ Dieser Umstand ist wohl dafür verantwortlich, dass mittlerweile immer mehr Filme nachträglich konvertiert werden, statt den Aufwand einer 3D-Produktion aufzunehmen. Trotzdem ist nicht unbedingt entscheidend, ob ein Film konvertiert wurde oder nativ in 3D entstand. Die Expertise und Erfahrung, die ein guter Einsatz von 3D erfordert, scheint bis heute das wichtigste Gut der Filmemacher zu sein, um einen gelungenen 3D-Film zu erschaffen.

4.2 Visueller Wandel in Michael Bay's TRANSFORMERS-Trilogie

Neben dem handwerklichen Wandel, den ein 3D-Film für Filmemacher bedeutet, bringt er auch einen visuellen Umschwung mit sich. Analoge 35mm Produktion gehört bei DIGITAL 3D der Vergangenheit an und beeinflusst den Look des Filmes nachhaltig. Dies ist mit einer persönlichen Analyse von Michael Bays TRANSFORMERS Trilogie zu veranschaulichen.

Seit 2007 der erste TRANSFORMERS-Film in den deutschen Kinos anlief, hat das Franchise unter der künstlerischen Leitung von Michael Bay, mittlerweile mehr als 3,7 Milliarden US-Dollar eingespielt und steht somit auf Platz 7 der erfolgreichsten Filmreihen der Welt.¹¹¹ In den bisher vier veröffentlichten Teilen verteidigen die gutmütigen

¹⁰⁷ Mendiburu, 2009, 39

¹⁰⁸ http://www.kinofenster.de/3d_kino_geschichte_und_zukunft/

¹⁰⁹ http://www.imdb.com/title/tt0948470/?ref_=nv_sr_2

¹¹⁰ Persönliche Erfahrung des Autors beim 3D-STEREO-FORUM 2013

¹¹¹ https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_erfolgreicher_Filme

und ehrenvollen Roboterwesen namens „Autobots“ an der Seite der Menschen die Erde vor den gierigen „Decepticons“, deren Ziel es ist, die Welt entweder zu zerstören, auszubeuten oder die gesamte Menschheit zu versklaven. Basierend auf den Spielzeugfiguren der Firma HASBRO, die seit Mitte der 80er Jahre hergestellt werden, ist das besondere an den Transformers, dass sie ihre äußere Gestalt ändern, um so als Fahrzeuge oder andere Fortbewegungsmittel getarnt, auf der Erde leben zu können.¹¹² Genau wie die Protagonisten selbst, machte auch die Filmreihe in den letzten Jahren eine Verwandlung durch.

So wurden TRANSFORMERS¹¹³ 2007 sowie der zweite Teil der Reihe TRANSFORMERS – DIE RACHE¹¹⁴ 2009 jeweils komplett analog auf 35mm sowie auch teilweise auf 65mm-Material aufgezeichnet. Die zweite Fortsetzung TRANSFORMERS 3 – DIE DUNKLE SEITE DES MONDES wurde aufgrund ihres hohen Prozentsatzes an nativ in Stereo 3D gedrehten Szenen 2011 fast komplett digital mit Kameras von ARRI und RED gedreht.¹¹⁵ So entstanden laut Bay etwa 60% der Aufnahmen nativ in digitalem Stereo 3D, 15% kamen komplett aus dem Computer und nur etwa 25% wurden nachträglich, von analogem 35mm Material, in 3D konvertiert. Dies tat er hauptsächlich um laut eigener Aussage in den Close-Up-Aufnahmen den analogen Filmlook beizubehalten, den er seit jeher liebte¹¹⁶, und der für die Gesichter der Darsteller sehr vorteilhaft wirkte.

Darum bietet sich gerade die TRANSFORMERS-Trilogie für einen internen Vergleich an, da sowohl die Geschichte, als auch Regie und Ausrichtung der Filme gleich geblieben sind. Der letzte Teil TRANSFORMERS – ÄRA DES UNTERGANGS, der 2014 in die deutschen Kinos kam, wird hierbei vernachlässigt, da er als ausgegliederter Neustart des Franchise eine andere inhaltliche Geschichte behandelt, ein neues Artdesign besitzt und auch teilweise in IMAX 3D gedreht wurde.¹¹⁷ Hier könnte eine visuelle Veränderung nicht nur dem Umstieg auf 3D geschuldet, sondern vor allem auch künstlerisch beabsichtigt sein.

¹¹² <http://www.imdb.com/title/tt0418279/>

¹¹³ http://www.imdb.com/title/tt0418279/technical?ref_=tt_dt_spec

¹¹⁴ http://www.imdb.com/title/tt1055369/technical?ref_=tt_dt_spec

¹¹⁵ http://www.imdb.com/title/tt1399103/technical?ref_=tt_dt_spec

¹¹⁶ <https://www.youtube.com/watch?v=LsbpyDlz25k>

¹¹⁷ http://www.imdb.com/title/tt2109248/technical?ref_=tt_dt_spec

4.2.1 Staffelung und Schnittfrequenz

Michael Bay schießt, laut eigener Aussage, die einzelnen Bilder seiner Filme seit jeher eingegliedert in Vorder-, Mittel- und Hintergrund.¹¹⁸ Somit besitzen seine Filme von Natur aus ein plastisches Spektrum. Trotzdem darf an dieser Stelle keine falsche Schlussfolgerung gezogen werden. Das dreidimensionale Volumen einer Szene besteht aus mehr als nur einzelnen Ebenen und ist zudem begrenzt. Zu nahe oder zu ferne Objekte im Bild können vom Zuschauer später im Kino nicht mehr tiefenwirksam ausgemacht werden oder wirken sogar störend auf ihn.¹¹⁹ Die Kunst besteht also darin, eine Staffelung in diesem begrenzten Spektrum zu erschaffen, welche die Aufmerksamkeit immer auf die beabsichtigten Details lenkt, und nicht zum Beispiel ständig nur die Vordergründe betont.¹²⁰ Für einen dynamischen Filmemacher wie Bay, war dies in 3D sicherlich nicht einfach, trotzdem gelingt ihm dies überaus gut. Er selbst sagte in einem Interview, das es ihm während des Drehs sogar Spaß bereitete, sein 3D-Volumen zu bestimmen und anzupassen.¹²¹

Generell nutzte Bay in TRANSFORMERS 3 Stereo 3D mehr als Werkzeug, als sich davon in allen Belangen geißeln zu lassen. Dies ist bei der Schnittfrequenz spürbar. Durch Bay's übliches, schnelles Schnitttempo wäre ein kopflos gedrehter 3D-Film wohl sehr anstrengend für den Zuschauer, da der Mensch beim Betrachten von 3D-Inhalten eine längere Verarbeitungsphase benötigt. Statt sich hier der Stereoskopie zu unterwerfen, spielt Bay mit ihr. Schnelle Actionsequenzen werden in ihrer Tiefenwirkung zurückgeschraubt, um dann in epochalen Zeitlupenaufnahmen ihre ganze 3D-Wirkung zu entfalten. So bleibt sich Bay was Staffelung und Schnittfrequenz angeht treu, indem er die 3D-Technik nur dann bewusst und mit Paukenschlägen einsetzt, wenn die Geschichte danach verlangt. Das beste Beispiel ist hierfür wohl die mehrere Minuten lange Actionsequenz, in welcher der Zuschauer mithilfe von an Helmen montierten Stereokameras Teil einer Wingsuit-Fliegerformation wird, die durch die Häuserschluchten von Chicago rast. Der reine Aufbau seiner Filme hat sich also in 3D weder dramaturgisch noch bildinhaltlich immens verändert. Trotzdem war die Produktion mit viel mehr Aufwand verbunden. Im Gegensatz zu vielen konvertierten 3D-Filmen ist sich Bay bei TRANSFORMERS 3, ständig der 3D-Wirkung bewusst. Auch wenn er den 3D-Einsatz in den Rahmen seiner Arbeit zwingt, beeinflusste sie seinen Film nachhaltig. Ein Umstand der heute, gerade bei konvertierten Werken, sehr kurz kommt.

¹¹⁸ <https://www.youtube.com/watch?v=LsbpyDlz25k>

¹¹⁹ Mendiburu, 2009, 101

¹²⁰ Mendiburu, 2009, 101

¹²¹ <https://www.youtube.com/watch?v=LsbpyDlz25k>

4.2.2 Look und Farbigkeit

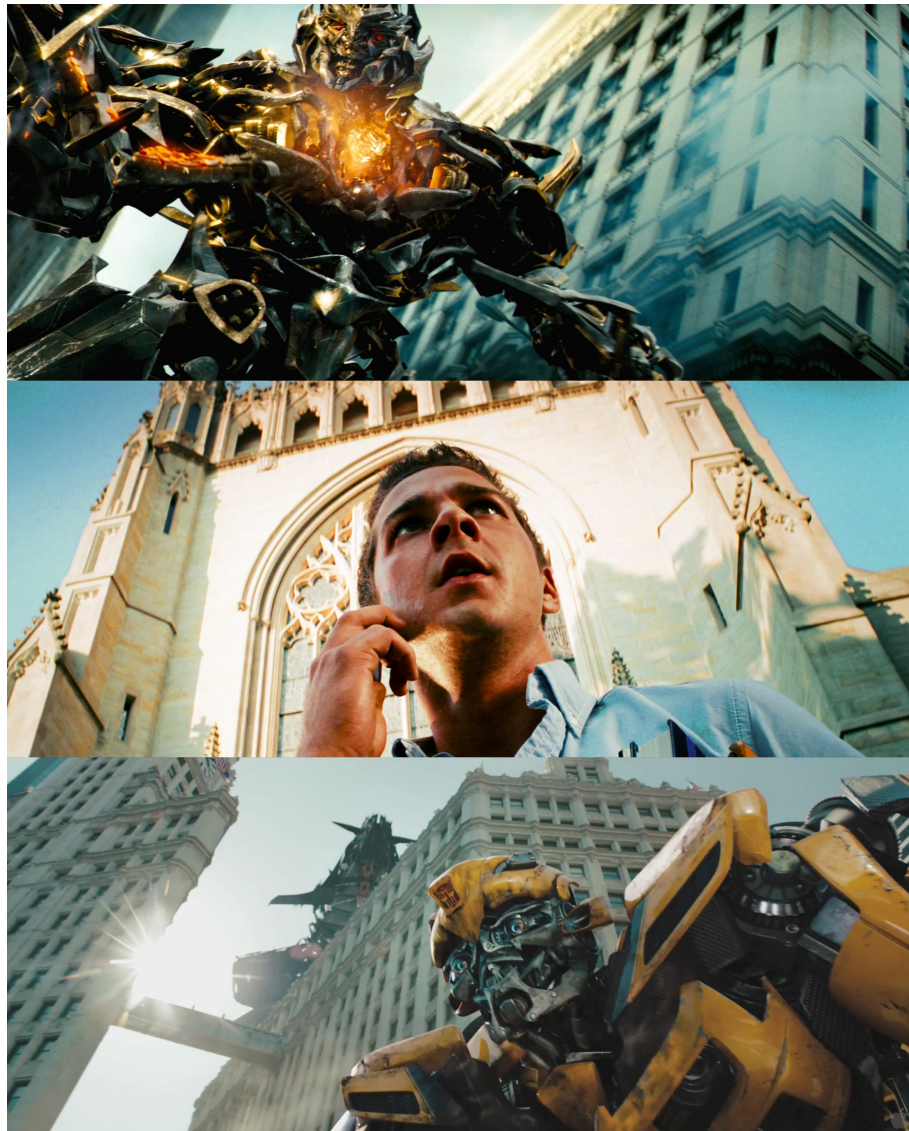
Durch den Einsatz von digitalen Kameras musste Bay beim Umstieg auf 3D auch bei seinem altbewährten analogen 35mm Filmlook Abstriche machen. Dies lässt sich anhand mehrerer Beispiele zeigen.

Um einen fundierten Unterschied festmachen zu können, der unabhängig von den künstlerischen Entscheidungen des Teams entstand, ist es wichtig, Teile der Filme zu vergleichen, die sich optisch ähneln und dabei Michael Bay's künstlerische Arbeit und seinen persönlichen Stil widerspiegeln. So kann ein Vergleich gezogen werden, der rein auf dem Look des Films beruht und im Zuge des damit verbundenen visuellen Wandels von 2D zu 3D, also von analog zu digital, stattfand. Die zwei verschiedenen betrachteten Szenerien die einen Vergleich zulassen und zum Stil und Standardreertoire von Michael Bay gehören sind:

- untersichtige Close-Up Schüsse mit langsamer Seitwärtsbewegung sowie
- heroische Slow-Motion Aufnahmen der Protagonisten vor riesigen Explosionen

Schon auf den ersten Blick lassen sich hier optische Unterschiede zwischen den drei Teilen der Filmreihe feststellen. (siehe Abbildung 25)¹²².

¹²² <http://www.tfw2005.com/transformers-images/screen-captures/main.php>



*Abbildung 25: Vergleich untersichtige Close-Up-Schüsse
Teil 1 – Oben, Teil 2 – Mitte, Teil 3 - Unten*

Während sich die untersichtigen Close-Ups in Teil 1 und 2 durch ihren hohen Kontrast und ihre Kodak-typische orange/cyan-Färbung auszeichnen, ist das äquivalente Bild in Teil 3 weitaus entsättigter und kontrastärmer. Die Farben wirken stumpfer und weniger greifbar. An den Häuserfassaden im Hintergrund ist der Unterschied am spürbarsten. Hier erreichen die 35mm Aufnahmen aus TRANSFORMERS und TRANSFORMERS – DIE RACHE eine fast surrealistisch wirkende Farbigkeit. Schattenbereiche wirken bläulich und Mitteltöne bekommen eine warme, gelbliche Färbung. Das körnige Flair des Filmmaterials spiegelt sich trotz CGI-Vordergrund im obersten Bild wider und lässt diese beiden Einstellungen aus Teil 1 und 2 sehr lebendig und fast dynamisch werden. Im unteren Bild herrscht hingegen trotz all der Beulen und Kratzer im Gesicht des Protagonisten eine cleane, fast sterile Atmosphäre. Diese Hochglanzoptik ohne Ecken und Kanten ist typisch für digitale Filmkameras, da diese, statt einem fotochemisch reagie-

renden Trägermaterial, wie dem 35mm Film, einen digitalen Sensor besitzen. Obwohl dieser Look gerade bei hochauflösenden Formaten, wie 4K oder 8K, seine Brillanz entfaltet, ist verständlich, warum Michael Bay im dritten Teil seiner Filmreihe für viele Nahaufnahmen der Darsteller traditionelles Filmmaterial bevorzugt hat, um den Gesichtern eine lebendigere und menschlichere Wirkung zu verschaffen.

Dies ist auch im zweiten Beispiel zu erkennen. (siehe Abbildung 26)¹²³.



Abbildung 26: Vergleich Zeitlupenaufnahmen mit Explosion
Teil 1 – Oben, Teil 2 – Mitte, Teil 3 - Unten

¹²³ <http://www.tfw2005.com/transformers-images/screen-captures/main.php>

Abbildung 26 zeigt Bay-typische epochale Zeitlupenaufnahmen der Protagonisten hinter denen riesige Explosionen stattfinden.

Auch hier besticht das traditionelle 35mm Material mit einer breiten Farbpalette, die gerade Hauttönen besonders schmeichelt. Maximale Schwarzpunkte bleiben schwarz und Weißpunkte bleiben weiß, jedoch ist auf dem Weg zu den Mittelwerten auch hier eine Verschiebung der Farbigkeit zu cyan in den Tiefen und orange in den Höhen zu erkennen. Die Farbwerte werden durch das Filmmaterial in ihren Kurven leicht verzerrt und generieren so den klassischen analogen Kinolook. Übertragen auf die moderne Digitaltechnik wirkt eine ähnliche Szenerie erneut viel sauberer und geradezu rein. Blautöne sind nur in den Tiefen zu erkennen und gelb wirkt das Bild nur dort, wo auch ein gelber Inhalt ist. Die Farbtemperatur sowie Sättigung sind geringer und wirken eher kühl auf den Zuschauer. Weiß dominiert das gesamte Bild und fühlt sich somit weitaus künstlicher an, als die dargestellte Zerstörung auf analogem Filmmaterial. Dieses entfaltet zumindest im Fall der TRANSFORMERS-Trilogie, eine authentischere, bedrohlichere Wirkung, als die perfekte Hochglanzoptik der digitalen Kameras.

Eine Entscheidung pro oder contra Digitaltechnik bleibt zumindest optisch eine Geschmacksfrage. Für die dreidimensionale Kinotechnik ist sie jedoch unersetzbar. Hier werden auch in Zukunft Filmemacher Veränderungen in Kauf nehmen müssen, um am Zahn der Zeit festhalten zu können. Zwar kann man Farben und Filmkörnung nachträglich digital anpassen oder hinzufügen, dies hat allerdings negative Einflüsse auf das dreidimensionale Bild. Struktureffekte wie eine nachträgliche Filmkörnung würden als störende Artefakte im dreidimensionalen Raum schweben. Ebenso verhält es sich mit Bildrauschen, das durch eine zu starke Nachbearbeitung der Farben entstehen kann. Deshalb ist ein analoger Filmlook in digitalem 3D nicht möglich. Für ein natives 3D-Projekt bedeutet dies, neben dem großen Mehraufwand von Produktionsseite, also auch eine bewusste Entscheidung gegen analoges Filmmaterial.

5 Einflüsse des 3D-Booms auf Zuschauer, Kinobetreiber und Filmmarketing

Nichts hat die Kinolandschaft in den letzten Jahrzehnten so sehr beeinflusst, wie die Renaissance des stereoskopischen Kinos in Form von DIGITAL 3D. Vor allem für Filmemacher stellte das Interesse an der dritten Dimension eine Herausforderung, meist aber auch eine große Möglichkeit dar. Doch auch für Besucher und Kinobetreiber hat sich der Kinomarkt verändert. Sehgewohnheiten schienen sich zu ändern, die Ticketpreise stiegen, Marketingchancen eröffneten sich, und das alles in sehr kurzer Zeit. Worin besteht also fünf Jahre später betrachtet das „Erbe des 3D-Booms“?

5.1 Moderne Sehgewohnheiten im dreidimensionalen Raum

Nachdem sich das Kino in seinen Anfängen hauptsächlich durch statische Aufnahmen auszeichnete, wurde im Laufe der Jahrzehnte immer öfter versucht, Dynamik mit den Bildern zu erzeugen. Einige wenige Filmemacher wie Ewald André Dupont versuchten schon früh in der Historie des Kinos Aufnahmen anzufertigen, bei denen die Kamera auf der Schulter oder in der Hand getragen wurde.¹²⁴ Dies war aber aufgrund der riesigen Kameras schwierig. Erst mit fortschreitender Entwicklung kleinerer, kompakterer Kameras wurde dies einfacher. Schnell entwickelte sich ein Trend bei dem die Kamera sehr verwackelt eingesetzt wurde. Ende der 1990er hatte die sogenannte „shaky cam“ ihren großen Durchbruch in Filmen wie Steven Spielberg's DER SOLDAT JAMES RYAN¹²⁵. Hier wurde sie verwendet, um die Brutalität der Kriegsszenen zu unterstreichen.¹²⁶ Die BOURNE¹²⁷-Reihe nutzte sie ebenfalls, um Action hautnah darzustellen. Anfangs für viele Menschen unangenehm und anstrengend anzusehen, etablierte sich dieser Stil bis heute in den modernen Sehgewohnheiten.

Ebenso hatten Musikvideos in den 90er Jahren einen großen Einfluss auf das Kino. Lange Einstellungen beherrschten die Kinolandschaft. Filmemacher nahmen sich Zeit für die einzelnen Bilder, die sie zeigen wollten. Das Tempo der Filme war meist gering. Mit zunehmender Beliebtheit der Musikvideos, die schnell und oft stakkato-artig ge-

¹²⁴ https://en.wikipedia.org/wiki/Shaky_camera

¹²⁵ <http://www.imdb.com/title/tt0120815/>

¹²⁶ https://en.wikipedia.org/wiki/Shaky_camera

¹²⁷ http://www.imdb.com/title/tt0258463/?ref_=fn_al_tt_1

schnitten wurden, veränderten sich die Vorlieben. Filme wurden schneller und plakativer inszeniert und die Zuschauer konnten nach kurzer Zeit dem hohen Tempo folgen. 2009, ein Jahr vor Auftreten des 3D-Booms in Deutschland, waren actiongeladene Filme wie Roland Emmerich's 2012¹²⁸ sehr erfolgreich in Deutschland.¹²⁹ Ein Jahr zuvor konnten andere Blockbuster wie HANCOCK¹³⁰ mit Will Smith oder JAMES BOND 007 – EIN QUANTUM TROST¹³¹ das Publikum begeistern.¹³² Große Action war beliebt und wurde in diesen Filmen dementsprechend schnell und oftmals unübersichtlich inszeniert. Dies hätte sich mit Auftreten eines 3D-Booms allerdings innerhalb dieses Genres ändern sollen. Wie bereits in Kapitel 4.2.1 erwähnt, braucht der Mensch länger um einen 3D-Inhalt zu verarbeiten, als wenn er nur einen flachen, zweidimensionalen Inhalt betrachtet. Daraus resultierend müssten 3D-Filme ruhiger und langsamer inszeniert werden. Dies ist vor allem bei näherer Betrachtung von James Cameron's AVATAR zu erkennen. Wenn Jake Sully zum ersten Mal die Schönheit des fluoreszierenden Dschungels entdeckt, entführt James Cameron den Zuschauer mit langsamen, sanften Fahrten in die dreidimensionale Welt des Waldes. Alles ist auf die in der Szene herrschende 3D-Wirkung zugeschnitten.

Diese Konventionen scheinen moderne 3D-Filme nicht mehr einzuhalten. Nur wenige haben seit 2010 wirklich versucht ihren Film den Regeln von 3D unterzuordnen. Martin Scorsese's HUGO CABRET¹³³ oder LIFE OF PI¹³⁴ von Ang Lee bilden die Ausnahme. Vielmehr scheint die Choreographie der Inhalte im modernen 3D-Kino eine große Rolle zu spielen. Aktuelle Beispiele wie AVENGERS 2 – AGE OF ULTRON¹³⁵ oder MAD MAX – FURY ROAD¹³⁶ zeigen, dass auch in 3D eine hohe Schnittfrequenz verbunden mit hohem Tempo herrschen soll. Darüber hinaus ist ein Trend zu immer immenserem und opulenteren Choreographien zu erkennen. In Manier der großen Meister, werden Protagonisten und Objekte fast wie Renaissance-Gemälde inszeniert und choreographiert. (siehe Abbildung 27)¹³⁷. Hier findet der 3D-Einsatz aber mehr als Aufwertung einzelner Szenen seine Daseinsberechtigung. Eine stimmige 3D-Dramaturgie auf-

¹²⁸ http://www.imdb.com/title/tt1190080/?ref_=fn_al_tt_1

¹²⁹ <http://www.insidekino.com/DJahr/D2009.htm>

¹³⁰ http://www.imdb.com/title/tt0448157/?ref_=fn_al_tt_1

¹³¹ http://www.imdb.com/title/tt0830515/?ref_=fn_al_tt_3

¹³² <http://www.insidekino.com/DJahr/D2008.htm>

¹³³ http://www.imdb.com/title/tt0970179/?ref_=fn_al_tt_1

¹³⁴ <http://www.imdb.com/title/tt0454876/>

¹³⁵ http://www.imdb.com/title/tt2395427/?ref_=nv_sr_1

¹³⁶ http://www.imdb.com/title/tt1392190/?ref_=fn_al_tt_1

¹³⁷ <http://firsttoknow.s3.amazonaws.com/wp-content/uploads/2015/04/Avengers-age-of-ultron-trailer-still.jpg>

rechtzuerhalten, gelingt zum momentanen Standpunkt, den wenigsten Produktionen. Für diese Filme ist 3D mehr Verkaufsargument, als Kreativwerkzeug.



Abbildung 27: Standbild aus AVENGERS 2 - AGE OF ULTRON

Um der längeren Verarbeitungszeit von 3D-Inhalten entgegenzuwirken, aber trotzdem das Tempo der Filme beizubehalten, versuchen viele Filmemacher mit Tricks ihre künstlerische Vorstellung, weit entfernt von einem 3D-Bewusstsein, zu verwirklichen. So wies George Miller, Regisseur von MAD MAX – FURY ROAD seinen Kameramann ständig dazu an, den Handlungsinhalt der Einstellungen immer in der Mitte des Bildes zu halten. So wollte er das Hin und Her Springen der Augen des Zuschauers so gering wie möglich halten. Die Reaktionszeit sinkt, und auch ein kurz geschnittenes Bild lenkt den Fokus auf das richtige Detail, so die Theorie.¹³⁸ Die Problematik, die diese hohe Schnittfrequenz in 3D auslösen kann, scheint aber nur eine, wenn überhaupt, untergeordnete Rolle zu spielen. Eine 3D-Dramaturgie ist auch hier nicht zu finden.

Natürlich funktionieren all diese Tricks in 3D und helfen den Filmemachern ihren Film sowohl im Kino zu vermarkten, als auch eine ansehnliche Zweitverwertung in 2D für den Hausgebrauch zu schaffen. Auch in 2D betrachtet, sind diese Filme nach aktuellen Sehgewohnheiten gestaltet. Spätestens hier wird allerdings klar, dass 3D bei diesen Produktionen hauptsächlich als Marketinginstrument wirkt. Ein dreidimensionaler Mehrwert des Films bleibt aus. Beeindruckende 3D-Filme wie AVATAR entfalten ihre ganze Wirkung nur im Kino, nehmen dafür aber in Kauf, alles andere den Konventionen von 3D unterzuordnen.

¹³⁸ <https://vimeo.com/129314425>

Das aktuelle 3D-Kino scheint, auch was Zahlen von nativ gedrehten Werken angeht, in einer Identitätskrise zu stecken. Zwar sollen die Filme möglichst kommerziell sein, was mit 3D bestens gelingt, trotzdem scheinen die meisten Produktionen nicht bereit, die damit verbundenen Strapazen in Kauf zu nehmen. Insofern hat sich, abgesehen vom Umstand, dass der Zuschauer eine Brille im Kino tragen muss, nicht viel an den Sehgewohnheiten geändert. Dies wird sich auch in naher Zukunft nicht ändern. Solange Filmemacher und Produktionsfirmen nicht bereit sind, 3D als Möglichkeit zur kreativen Gestaltung und nicht ausschließlich als Gelddruckmaschine zu sehen, werden nur wenige 3D-Filme optisch einen Unterschied zu konventionellen 2D Filmen darstellen. Um eine neue Sehgewohnheit oder einen neuen Stil zu etablieren, hat dies bisher allerdings nicht gereicht.

5.2 Mehrwert 3D? Ticketpreise in einer neuen Dimension

Wie bereits in Kapitel 3 festgestellt, sind die zusätzlichen Einnahmen, die 3D-Filme erwirtschaften für den deutschen Kinomarkt überlebenswichtig. So scheint es nicht verwunderlich, dass die Ticketpreise im Gegensatz zu den Besucherzahlen immer weiter steigen. Zwischen 2010 und 2013 stieg der durchschnittliche Preis für ein 3D-Ticket um 0,45 € von 9,84 € auf 10,29 € an.¹³⁹ Der durchschnittliche Preis für einen Kinoeintritt, unabhängig von 2D oder 3D steigerte sich in diesem Zeitraum von 7,27 € auf 7,89 €, also um 0,62 €. ¹⁴⁰ (siehe Abbildung 28).

Aus den Besucherzahlen und Umsätzen der deutschen Kinos zwischen den Jahren 2010 und 2013 aus Kapitel 3.3.2 und 3.3.3 ergeben sich folgende Durchschnittswerte: 3D-Tickets wurden prozentual zwischen 2010 und 2013 nur um 4,3% teurer, während für den generellen Kinobesuch 8,5% mehr Eintritt verlangt wurde. Für einen 2D-Film mussten Besucher 2013 sogar 0,69 €, also 9,4% mehr bezahlen als noch 2010. Die aktuellste Zahl für einen durchschnittlichen Eintrittspreis lag 2014 bei 8,05 €. ¹⁴¹ Ein genauer Wert für 2D oder 3D liegt hierbei seitens der FFA nicht vor.

¹³⁹ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf

¹⁴⁰ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

¹⁴¹ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

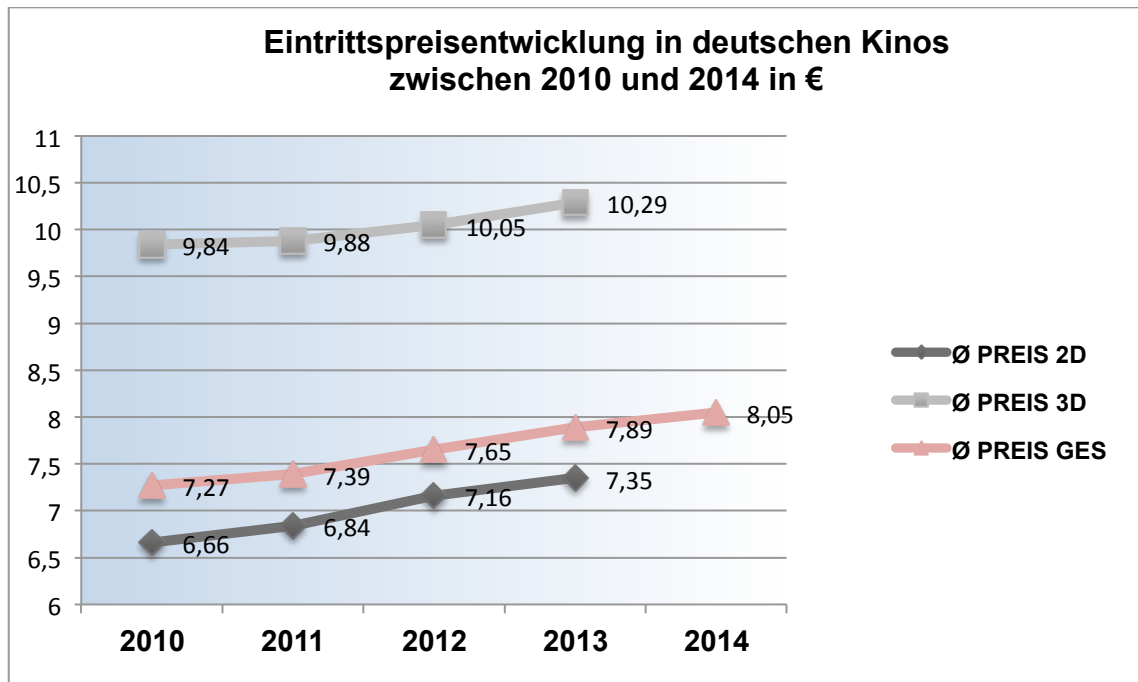


Abbildung 28: Eintrittspreisentwicklung in Deutschland 2010 - 2014

Hier wird klar: Der Anstieg der Ticketpreise ist nicht nur alleine im dreidimensionalen Kino vorangeschritten. Auch 2D-Filme versuchen die Besucherrückgänge und ihre laufenden Kosten mit höheren Eintrittspreisen zu kompensieren. So setzt sich der Preis für ein Kinoticket laut Andreas Kramer vom Kino-Fachverband HDF aus folgenden Teilen zusammen:

- Steuern und Abgaben: 10%
- Filmmiete für Multiplexkinos: bis zu 53%
- Miete und Investitionskapital: 20%

Der Rest fließt in Personal-, Werbe- und Marketing- sowie Verwaltungskosten.¹⁴² Trotzdem und gerade deswegen ist der Preisaufschlag für ein 3D-Ticket immer noch von größter Bedeutung für die einzelnen Kinobetreiber und den Gesamtumsatz des Kinomarktes.

Ein Beispiel um dies zu veranschaulichen:

¹⁴² <http://www.tagesspiegel.de/kultur/protest-gegen-disney-kinos-boykottieren-avengers-wer-verdient-am-film/11676450.html>

2013 kostete ein durchschnittliches 3D-Ticket 2,94 € mehr als eine Eintrittskarte für einen traditionellen 2D-Film, was einem Zuschlag von etwa 29% entspricht. Ohne diese zusätzliche Einnahme von fast einem Drittel, wäre der Gesamtumsatz von 2013 um circa 84 Millionen € niedriger ausgefallen. Die Inflation ist hierbei nicht berücksichtigt.

Der Mehrwert 3D besteht also eigentlich nur für die Produktionsfirmen, und ist für die Kinolandschaft nach wie vor eine wichtige finanzielle Quelle. Eine Senkung der Ticketpreise ist sowohl in 2D, als auch in 3D in den nächsten Jahren quasi ausgeschlossen. Für die Zuschauer bedeutet ein Besuch im Kino auch in Zukunft eine immer kostspieligere Investition. Ob die mittlerweile fast 3 € Aufschlag für ein 3D-Ticket lohnen, muss jeder für sich selbst entscheiden. Die Produktionsfirmen würden vermutlich gut daran tun, neue, aufregende 3D-Inhalte für die Zuschauer zu kreieren, denn momentan scheint die Restbereitschaft der Besucher diesen Mehrbetrag für 3D zu bezahlen, das moderne Kino am Leben zu halten. Mit oder ohne 3D werden Kinotickets weiterhin teurer werden.

5.3 Veränderungen und Kosten für Kinobetreiber

Seit dem Aufkommen der Digitalisierung hat sich für Kinobetreiber in Deutschland viel verändert. Teure Umbau- und Aufrüstungsmaßnahmen kosteten die Betreiber in den letzten Jahren viel Geld. Hier musste die Investition folgerichtig auch auf die Besucher umgelegt werden, um ein existentielles Weiterleben zu garantieren. Die Umrüstkosten für die digitale Technik pro Saal waren für kleine Nischen-Kinos genau so groß wie für riesige Multiplex-Kinos. Die finanziellen Hintergründe ließen den Umstieg für große Kinoketten allerdings viel einfacher werden. Mit Kosten von circa 70.000 € bis 80.000 € war es anfangs möglich einen Kinosaal auf digitale Technik umzurüsten.¹⁴³ Diese Zahl stieg exponentiell, wenn Kinobetreiber in ihren Sälen nicht nur die Mindestanforderungen von 2K-Auflösung, die die Digital Cinema Initiatives (DCI) seit 2002 forderte¹⁴⁴, zeigen, sondern ihre Kinos auf mehrere Jahre im Voraus auf den modernsten Stand der Technik bringen wollten. Kosten für 3D-Systeme konnten unter Umständen sechstellig werden. Im Jahr 2014, gab es bereits TV-Geräte im Einzelhandel, die mit 4K eine höhere Auflösung erreichen, als die damaligen Mindestanforderungen der DCI.

Wer zwischen 2009 und 2011 mit dem Gedanken spielte, sein Kino zukunftsorientiert auf digitale Technik umzurüsten, musste viel investieren. Dies war für viele kleine

¹⁴³ <http://www.zeit.de/kultur/film/2011-12/film-digital-kino>

¹⁴⁴ <http://www.taz.de/!5134852/>

Lichtspielhäuser aus eigener Kraft schlichtweg unmöglich. Trotzdem wurden, wie bereits in Kapitel 3.1.1 erläutert, in diesem Zeitraum 1.121 neue Leinwände auf digitale Projektion umgerüstet, sodass 2011 schon fast die Hälfte aller Kinosäle in Deutschland, ohne den analogen 35mm-Projektor auskamen. Dies ist vor allem der Investitionsbereitschaft der Kinobetreiber zu verdanken.

Aber auch Fördermittel, die durch FFA und Länder bereitgestellt wurden, hatten ihren Anteil an der schnellen Umrüstung in Deutschland. So zahlte man unterstützende Gelder an Kinos, die zwischen 40.000 € und 260.000 € im Jahr erwirtschaften, und mindestens 8.000 Besucher begrüßten¹⁴⁵. Diese Digitalisierungsförderung belief sich 2014 auf insgesamt 11,91 Millionen Euro.¹⁴⁶ Ein Festhalten an analoger Technik hätte für viele Kinos zu einer Abwärtsspirale geführt. Das „Stormarner Tageblatt“ schrieb dazu am 23. Oktober 2013 in seinem Bericht über die digitale Umrüstung des kleinen „Oho-Kinos“ des 25.000 Einwohner starken Bad Oldesloe in Schleswig-Holstein:

“An der Umrüstung auf Digitaltechnik führt kein Weg vorbei. Kopien auf Zelluloid seien teuer. Das Geld spare sich die Industrie zunehmend. Kleine Kinos geraten so ins Hintertreffen, weil sie erst spät mit Kopien versorgt werden – darunter leidet das Programm massiv. Die Zuschauer wandern ab, weil andernorts attraktivere Filme gezeigt werden, in der Folge wird das Kino herabgestuft und noch schlechter mit aktueller Ware beliefert.”¹⁴⁷

Somit scheint eine Umrüstung für Kinobetreiber auch in Zukunft unumgänglich.

Wie vielen traditionellen, kleinen Kinos die schnelle Digitalisierung in Folge des 3D-Booms das finanzielle Genick gebrochen hat, kann nur erahnt werden. So mussten 2011, zum Hochpunkt der Digitalisierung, ganze 183 Kinosäle ihre Türen schließen, was einer deutschlandweiten Kinosaalbestands-Bilanz von -59 Kinosälen entsprach.¹⁴⁸ Ob dies ausschließlich im Zuge der Digitalisierung stattfand, bleibt allerdings Spekulation. Trotzdem wurde in Deutschland in den letzten Jahren viel dafür getan, das Kulturgut Kino zu bewahren und modernen Umständen anzupassen. Zum ersten Mal in fünf Jahren konnte diese Bilanz deshalb 2014 positiv verzeichnet werden. So eröffneten im letzten Jahr 27 Kinosäle mehr, als geschlossen wurden.¹⁴⁹ Mit einem Gesamtbestand

¹⁴⁵ <http://www.zeit.de/kultur/film/2011-12/film-digital-kino>

¹⁴⁶ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

¹⁴⁷ <http://www.shz.de/lokales/stormarner-tageblatt/digitale-revolution-im-kino-id3872716.html>

¹⁴⁸ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

¹⁴⁹ http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf

von 4.637 Leinwänden, befand sich Deutschland damit zuletzt wieder auf dem Level von 2011.

3D war für diese Entwicklung Fluch und Segen zugleich. Um auf aktuellstem Stand zu bleiben, wurden viele Kinobetreiber gezwungen, schnell in digitale Technik zu investieren. Auf der anderen Seite helfen die Mehreinnahmen durch ein 3D-Ticket diese Investitionen in Zukunft schneller zu amortisieren. Auch ohne den 3D-Boom hätte es die Digitalisierung gegeben, allerdings hätte sich der Umschwung wohl langsamer vollzogen, und Kinobetreiber hätten risikoloser in die Zukunft investieren können. Die Digitalisierung des Kinos scheint damit für Kinobetreiber bedeutsamer gewesen zu sein, als der 3D-Boom für sich betrachtet. Er war vielmehr Katalysator dieses Trends. Trotzdem, oder gerade darum, wird 3D auch in den nächsten Jahren nicht die Antwort auf alle Fragen sein, welche die existenzielle Zukunft der Kinokultur betreffen. Hier scheint, gerade für kleine Kinos, der negative Trend anzuhalten.

5.4 3D als Marketingcoup

Nachdem ausführlich erläutert wurde, dass die Folgen und Einflüsse des 3D-Booms, vor allem im kreativen Bereich, geringer ausgefallen sind, als zu erwarten war, bleibt die Frage, welche Intention, welchen Zweck, erfüllt und verfolgt 3D dann im modernen Kino?

Die Antwort ist für Anhänger der Stereoskopie ernüchternd. Für den Großteil der Projekte geht es nur um noch größere kommerzielle Erfolge und 3D als Marketingchance. Schnell ließ sich zu Anfang des Booms mit dem Aufdruck „In 3D“ auf einem Kinoplatat eine größere Aufmerksamkeit generieren. Die Neugierde der Menschen verhalf zu schnellem Geld. Ein trügerischer Umstand. Statt auf lange Sicht ein neues Kinoerlebnis für ausgewählte Inhalte zu etablieren, war kommerzieller Erfolg meist die treibende Kraft für eine Investition in 3D-Filme. Aus existentieller Sicht, in Zeiten von Besucher-rückgang und von dem Vormarsch der legalen Streaming-Dienste wie NETFLIX¹⁵⁰ oder der illegalen Filmpiraterie bedroht, eine sicherlich menschliche und nachvollziehbare Entscheidung. Aus künstlerischer Betrachtungsweise aber sowohl traurig, als auch äußerst kurzsichtig.

¹⁵⁰ <https://de.wikipedia.org/wiki/Netflix>

Sir Alan Parker sieht diesen Umstand noch etwas drastischer. In einem Interview mit „The Guardian“ sagte der Regisseur von EVITA¹⁵¹:

„Everything has to be 3D if it is over a certain amount of money from a marketing point of view, [...] From a creative point of view it is rubbish. Absolute nonsense. [...] For instance [The Great] Gatsby, why on earth was that 3D? Well the reason was because it cost over \$120m and the only way they are going to get back [their money on] a \$120m movie, in a marketing sense, is if they can market it as 3D because that is what that main audience wants.“¹⁵²

Hieraus wird deutlich, warum hauptsächlich große Blockbuster-Produktionen auf eine Auswertung in 3D setzen. Wie in Kapitel 5.2 beschrieben, kann so zum momentanen Standpunkt in Deutschland fast ein Drittel mehr pro Kinoticket eingenommen werden. Diese Gewinne fließen zu großem Teil an die Verleiher. So kam es Ende April 2015 zu einem Boykott. Nachdem der Verleih DISNEY¹⁵³ für seinen Blockbuster AVENGERS – AGE OF ULTRON¹⁵⁴ einen Anteil von 53% pro verkauftem Kinoticket von allen deutschen Kinobetreibern forderte, weigerten sich mehr als 680 Kinos im Land, Disneys neusten 3D-Film zu zeigen.¹⁵⁵ Für große Multiplexe war dieser Anteil, wie zuvor erwähnt, schon mehrere Jahre vertraglich festgehalten. Kleine Kinos konnten diesen Aufschlag allerdings nicht tragen und schlossen sich zusammen, um Disney gemeinsam entgegenzutreten. Ein trauriges Beispiel für die politischen Umstände in der Filmbranche.

Kino scheint in der heutigen Zeit nicht mehr viel mit Kulturgut oder Kunst zu tun zu haben. Für Verleiher und Produktionsfirmen geht es schon lange nur noch um finanzielle Erfolge. Dies trifft leider auch auf 3D zu. In den letzten Jahren war 3D hauptsächlich ein Marketingtrick, der die Menschen veranlasste mehr Geld in die Taschen der Verleiher und Produktionsfirmen zu spülen. Das Interesse der Menschen an der dritten Dimension im Kino hätte für Zuschauer, Kinolandschaft und Produktionsfirmen eine win-win-Situation werden können. Stattdessen wurde 3D hauptsächlich als einfache, finanzielle Mehreinnahme betrachtet, die schnelles Geld versprach. So wird die dreidimensionale Milchkuh vermutlich auch in den nächsten Jahren weiterhin erfolgreich

¹⁵¹ <http://www.imdb.com/title/tt0116250/>

¹⁵² <http://www.theguardian.com/media/2013/jun/20/films-3d-marketing-gimmick-alan-parker>

¹⁵³ <http://www.filmstarts.de/verleih/firma-22882/geschäft-8065/>

¹⁵⁴ <http://www.imdb.com/title/tt2395427/>

¹⁵⁵ <http://www.tagesspiegel.de/kultur/protest-gegen-disney-kinos-boykottieren-avengers-wer-verdient-am-film/11676450.html>

gemolken werden. Wie lange sich Besucher und Kinobetreiber in dieser Hinsicht allerdings ausnutzen lassen, bleibt abzuwarten.

Für Cineasten und 3D-Fans bleibt zu hoffen, dass trotz alledem weiterhin Regisseure wie James Cameron oder Peter Jackson, 3D als künstlerische Möglichkeit nutzen, um ihren Geschichten eine tiefergehende Wirkung zu verleihen.

6 Einflüsse des 3D-Booms auf Medien- und Elektroniklandschaft

Neben den dreidimensionalen Inhalten im Kino wurden Menschen in Deutschland seit 2010 auch in anderen Bereichen oft mit 3D konfrontiert. Das hohe Interesse an 3D bot der Medien- und Elektroniklandschaft große Möglichkeiten. Dies wirft die Frage auf: Inwiefern wurde unser Alltag außerhalb der Lichtspielhäuser vom 3D-Boom beeinflusst?

6.1 3D im Alltag – Vision oder Realität?

Der Elektronikmarkt ist seit Anfang der 2000er Jahre sehr schnellen Veränderungen unterworfen. Mitte der 2000er konnten Verbraucher so erstmals ein TV-Gerät erwerben, das „HD READY“ war.¹⁵⁶ Mit einer Auflösung von maximal 720 Bildpunkten in der Vertikalen wurde dieses System bereits wenige Jahre später von seiner Weiterentwicklung „FULL HD“ abgelöst, welche 1080 Bildpunkte in der Vertikalen bot. So ist es nicht verwunderlich, dass bereits Anfang 2010, die ersten TV-Hersteller 3D-fähige Geräte für den heimischen Gebrauch auf den Markt brachten.¹⁵⁷ Wenige Monate später waren quasi alle großen Firmen mit eigenen 3D-Modellen auf dem Elektronikmarkt vertreten. Die Verbraucher konnten also noch vor einer Zweitvermarktung von AVATAR auf BLU-RAY-DISK¹⁵⁸ einen 3D-TV erwerben. Inhalte gab es zu diesem Zeitpunkt fast keine. Im Jahr 2015, hat sich daran fast nichts geändert.

6.1.1 3D-TV-Geräte

Fast alle Blu-ray Player, genau wie alle aktuellen TV-Modelle, sind heute von Haus aus 3D-fähig und 3D-Filme und Dokumentationen werden auch für das heimische Wohnzimmer angeboten. Auch hat sich der Anteil von modernen Flachbildschirmen in deutschen Haushalten von 25,8% in 2009 auf ganze 76,4% in 2014 erhöht.¹⁵⁹ Trotzdem gibt es, neben einigen Demokanälen, keinen einzigen frei empfangbaren Sender mit

¹⁵⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Fernsehgerät#Hochaufl.C3.B6sendes_Fernsehen

¹⁵⁷ <https://de.wikipedia.org/wiki/Fernsehgerät#3D-Fernseher>

¹⁵⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc

¹⁵⁹

https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungGebrauchsgueter/Tabellen/A_UnterhaltungsElektr_D_LWR.html

regelmäßigen 3D-Inhalten in Deutschland.¹⁶⁰ Gerade erst hat sich HD ansatzweise in Deutschland etabliert und selbst dort suchen Verbraucher oft vergeblich echte HD-Signale mit 25 Vollbildern pro Sekunde in FullHD-Auflösung. Der einzige Anbieter, der dies in Deutschland bietet, ist sowohl bei echtem FullHD¹⁶¹ als auch bei 3D-Inhalten der Pay-TV-Sender Sky Deutschland. Seit dem 14. März 2010 betreibt Sky Deutschland seinen eigenen 3D-Kanal namens Sky 3D.¹⁶²

Doch auch hier kann nicht geboten werden, was versprochen wird. Durch eine Übertragung per side-by-side Verfahren, bei dem das Stereobildpaar gestaucht nebeneinander an die Receiver der Kunden gesendet wird, geht in der Horizontalen, nach Überlagerung und Entzerrung der beiden Bilder vom TV-Gerät, die Hälfte der Bildpunkte verloren. (siehe Abbildung 29)¹⁶³. Dies hat eine Bildauflösung zur Folge, die mit 960 x 1080 Bildpunkten nicht einmal ansatzweise FullHD erreicht.



Abbildung 29: side-by-side Darstellung eines Stereobildpaares aus AVATAR

Somit bleibt anspruchsvollen 3D-Enthusiasten bis heute nur die Möglichkeit hochwertiger, aber teurer 3D-Blu-ray's, um Filme in 3D auf dem heimischen TV zu schauen.

¹⁶⁰ <http://www.digitalfernsehen.de/3D-Sender-im-TV-Eine-stark-gefaehrdete-Spezies.114929.0.html>

¹⁶¹ https://info.sky.de/inhalt/de/medienzentrum_news_uk_27052009.jsp

¹⁶² https://info.sky.de/inhalt/de/medienzentrum_news_uk_13102010.jsp

¹⁶³ <http://www.roadtovr.com/wp-content/uploads/2013/08/avatar-sbs-example.jpeg>

6.1.2 3D-Camcorder & 3D-Handys

Allen Hobbyfilmern, denen die wenigen zugänglichen 3D-Inhalte nicht ausreichten, lieferte Panasonic im Oktober 2010 als erster Hersteller mit seiner HDC-SDT750, eine Möglichkeit, selbst stereoskopische Inhalte zu generieren. Der weltweit erste 3D-Consumer-Camcorder, konnte durch eine Vorsatzlinse ein side-by-side Stereobildpaar aufzeichnen.¹⁶⁴ Andere Hersteller zogen nach und so gibt es bis heute einige Camcorder auf dem Markt, die ambitionierten 3D-Fans, zu recht günstigen Preisen, einen soliden Eindruck ihrer 3D-Aufnahmen bieten können. Diese Kameras sind aber eher Spartenprodukte, und haben sich natürlich nicht für die breite Masse durchsetzen können.

Noch erfolgloser waren allerdings 3D-Handys. Bereits Anfang 2012 brachte der südkoreanische Hersteller LG mit seinem OPTIMUS 3D MAX¹⁶⁵ sein zweites 3D-fähiges Handy auf den Markt.¹⁶⁶ Doch auch 3D-Kamera und 3D-Display konnten nur wenige Kunden davon überzeugen beim Handykauf auf die dritte Dimension zu setzen. Trotzdem wurde auch hier von mehreren Herstellern versucht, den 3D-Boom in seinen Randbereichen finanziell erfolgreich zu nutzen. Bis heute hat sich dieser Markt allerdings komplett von 3D entfernt. Design, Prozessorleistung, Displaygröße und Qualität der Kamera scheinen die Verkaufsargumente 2015 zu sein. 3D bietet aktuell kein einziges Modell der führenden Handyhersteller.

Auch andere Bereiche der Medienlandschaft versuchten kurz nach Auftreten des 3D-Booms ihre Vorteile aus der dreidimensionalen Welt zu ziehen. Ein Beispiel, bei dem dies mehr gelungen ist, ist die Gaming-Industrie.

6.1.3 3D-Gaming

Als am 23. März 2007 SONY's PLAYSTATION 3¹⁶⁷ in Europa veröffentlicht wurde, dachten in Deutschland noch wenige Menschen an 3D. Auch HD steckte, wie bereits angedeutet, in den Kinderschuhen. Trotzdem sollte die PS3 wenige Jahre später für beides eine wichtige Grundlage sein. So bot die Konsole schon damals ein Blu-ray-Laufwerk und gewann damit das zukunftsweisende Rennen gegen das von Microsofts

¹⁶⁴ <http://www.netzwelt.de/news/84163-erste-3d-camcorder-test-panasonic-hdc-sdt750.html>

¹⁶⁵ <http://www.lg.com/de/handy/lg-P720-Optimus-3D-Max>

¹⁶⁶ <http://www.areamobile.de/news/21402-lg-optimus-3d-max-zweites-3d-handy-von-lg-jetzt-verfuegbar>

¹⁶⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/PlayStation_3

XBOX 360¹⁶⁸ unterstützte Trägerformat HD-DVD¹⁶⁹. Schon Anfang 2007 konnte die PLAYSTATION 3 hochauflösende Blu-Ray-Disks in FullHD abspielen. Spiele gab sie mit 720p, also in HD READY-Auflösung, wieder. Der wahre Vorteil der Konsole zeigte sich am 21. September 2010. Mit einem Software-Update war die PLAYSTATION 3 für seine Besitzer nach mehr als drei Jahren und ohne weitere Kosten, ab diesem Zeitpunkt ein voll funktionstüchtiger 3D-Blu-Ray-Player.¹⁷⁰ Auch einige Spiele konnten nun, mit geeignetem TV-Gerät, stereoskopisch betrachtet werden. So boten unter anderem die beiden Playstation-Exklusivtitel GRAN TURISMO 5¹⁷¹ sowie UNCHARTED 3¹⁷² jeweils die Möglichkeit das Spiel in 3D zu spielen. Diese technischen Ansprüche erfüllt der Nachfolger der PS3, die PLAYSTATION 4¹⁷³, die seit Ende 2014 in Deutschland erhältlich ist, ebenso. Diese wären wohl ohne eine regelmäßige Nutzung der Kunden, nicht für das neueste Modell der Reihe übernommen worden.

Abgesehen von Konsolen-Spielen scheint das Thema 3D zur Zeit vor allem in der Sparte der AUGMENTED¹⁷⁴ bzw. VIRTUAL-REALITY¹⁷⁵ auf dem Vormarsch zu sein. Spielebrillen, wie die OCULUS RIFT¹⁷⁶, oder die gerade von MICROSOFT WINDOWS¹⁷⁷ vorgestellte HOLOLENS¹⁷⁸ versprechen den Trägern ein immer realistischer werdendes Spielerlebnis. Microsofts Produkt projiziert dabei Lichtpartikel so in die Gläser des Trägers, dass dieser Teile der Spielwelt in 3D, eingefügt in sein normales Umfeld, betrachten kann. Ein Tisch kann z.B. ein dreidimensionales, interaktives Spielfeld werden, um das der Betrachter herum gehen kann.¹⁷⁹ Diese erweiterte Realität kann im Gegensatz zu der von OCULUS RIFT angewandten Technik, auch zum Arbeiten, oder zum kreativen Schaffen verwendet werden.¹⁸⁰

Die OCOLUS RIFT bietet dem Träger ein Sichtfeld von 110°. Er sieht allerdings nur den auf dem Display befindlichen Inhalt. Die Bildränder sind nicht wahrnehmbar, was für den Träger das Gefühl vermittelt, komplett in der auf dem Display dargestellten Welt

¹⁶⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Xbox_360

¹⁶⁹ https://de.wikipedia.org/wiki/HD_DVD

¹⁷⁰ <http://us.playstation.com/support/systemupdates/ps3/history/index.htm>

¹⁷¹ <http://www.imdb.com/title/tt1737173/>

¹⁷² http://www.imdb.com/title/tt1800763/?ref_=fn_al_tt_4

¹⁷³ https://de.wikipedia.org/wiki/PlayStation_4

¹⁷⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Erweiterte_Realität

¹⁷⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Virtuelle_Realität

¹⁷⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift

¹⁷⁷ https://de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows

¹⁷⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Windows_Holographic

¹⁷⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=ETzQWXuKQZQ>

¹⁸⁰ <https://www.youtube.com/watch?v=QRQv74J7oSk>

zu sein. Durch Sensoren gesteuert, ändert die Brille den dargestellten Bildausschnitt bei entsprechender Kopfbewegung des Trägers. Dieser kann somit sein Sichtfeld ändern, in dem er, wie in der Realität, den Kopf hin und her bewegt. Durch getrennte Wiedergabe des Inhalts für das rechte und linke Auge bietet OCULUS RIFT dem Betrachter einen stereoskopischen 3D-Eindruck. Für FIRST-PERSON-GAMES, also Spiele, die aus der Ich-Perspektive des Protagonisten gespielt werden, entwickelt sich so ein sehr realistischer Eindruck für den Träger.¹⁸¹

Diese Innovationen werden auch in den nächsten Jahren weiter voran getrieben werden. Hersteller SONY hat für seine PS4 schon einen ähnlichen Prototypen vorgestellt.¹⁸² Im Gaming-Bereich wird stereoskopisches 3D sehr wahrscheinlich eine Plattform haben, die auch mittelfristig 3D-Fans begeistern wird.

Dass 3D irgendwann den großen Durchbruch im TV schaffen wird, bleibt unwahrscheinlich. Vermutlich wird sich, der schon gerade beginnende Trend zu noch schärferen Inhalten wie 4K oder 8K im Vergleich zu stereoskopischem 3D im TV durchsetzen. Innovationen wie 3D ohne Brille sind zwar technisch möglich, bieten in Qualität und Preis jedoch immer noch keine Konkurrenz zur traditionellen Betrachtungsweise mit Brille. Darüber hinaus befindet sich das lineare TV zurzeit in der wohl größten Umstrukturierung seiner Geschichte.¹⁸³ Inhalte auf Abruf werden immer beliebter und nur wenige Menschen verfolgen in Zeiten von Smartphones, Tablets und Laptops ausschließlich und aufmerksam das TV-Programm.¹⁸⁴ Normale Sendungen werden längst von vielen Zuschauern nur noch nebenher aufgenommen, während das wahre Interesse den sogenannten Second Screens gilt. Eine dauerhafte, konzentrierte Betrachtung eines stereoskopischen Bildes im Regelbetrieb der TV-Sender, scheint in dieser Zeit keine Zukunft zu haben. So bleibt es wohl auch langfristig bei der Zweitverwertung der 3D-Inhalte aus dem Kino, wenn es um 3D im heimischen Wohnzimmer geht.

¹⁸¹ <http://www.spiegel.de/video/3d-brille-oculus-rift-fuer-computerspiele-im-test-auf-der-ces-video-1319518.html>

¹⁸² <http://www.vrbrillen.net/sony-morpheus/>

¹⁸³ <http://winfuture.de/news,86750.html>

¹⁸⁴ http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/fileadmin/Onlinestudie_2014/PDF/0708-2014_Busemann_Tippelt.pdf

7 Fazit

Fünfeinhalb Jahre sind vergangen, seitdem James Cameron's AVATAR zum ersten Mal in Deutschland in 3D über die Kinoleinwände flimmerte, und so sehr zu begeistern wusste, dass er 2010 in Deutschland einen 3D-Boom auslöste, der selbst den großen Boom von 1950 übertrumpfte. 3D schien über Nacht der heilige Gral der Filmwelt zu sein, und die Antwort auf alle existenziellen Fragen des Kinos zu liefern.

Vieles hat sich seitdem im stereoskopischen Kino verändert. Einiges und trotzdem weniger als viele damals erwarteten. Was bleibt also vom 3D-Boom 2010?

Vor allem bleibt wohl der finanzielle Profit. Den größten Gewinn und Einfluss durch den 3D-Boom, erwirkten Verleiher und Produktionsfirmen. Die durch 3D generierten Einnahmen scheinen auch für das Kino der nächsten Jahre eine sichere Einnahmequelle zu sein, die wieder hunderttausende Zuschauer in die Kinosäle strömen lassen wird. Aus künstlerischer Sicht sicherlich eine traurige Entwicklung. Trotzdem herrscht immer noch ein großes Interesse an dreidimensionalen Inhalten im Kino, was sich an den Besucherzahlen festmachen lässt. Diese blieben in den vergangenen Jahren stabil und scheinen damit auch in Zukunft, 3D eine Sparte im modernen Kino zu bieten. Wenn ein Umschwung hin zum kreativen und dramaturgischen Mehrwert vollzogen wird, könnte dies positiv auf das Kino im Allgemeinen wirken. In Zeiten in denen gerade kleine Kinos um ihre Existenz kämpfen, sicher eine allzu wichtige Aufgabe für Filmemacher und Produktionsfirmen. Hier hat 3D noch viel Potential auszuschöpfen.

Ebenso verhält es sich mit den peripheren Bereichen, auf die der 3D-Boom Einflüsse hatte. Eine Zweitvermarktung der Inhalte ist mittlerweile lukrativ, da immer mehr 3D-fähige TV-Geräte in deutschen Wohnzimmern zu finden sind. Ein Durchbruch was dreidimensionalen TV-Inhalt angeht, konnte jedoch nicht vollzogen werden. Dies wird sich auch in naher Zukunft nicht ändern. Darüber hinaus konnte sich 3D auch im Alltag nicht etablieren. Handys und Kameras werden weiterhin hauptsächlich in ihren üblichen zwei Dimensionen genutzt werden. 3D bleibt für viele eine Kinoattraktion, die als solche fungierend, helfen soll, dem Alltag für kurze Zeit zu entfliehen. Ein täglicher Konsum dreidimensionaler Inhalte, ist zum momentanen Zeitpunkt unvorstellbar.

Der Mittelpunkt von 3D wird deshalb, trotz steigender Ticketpreise weiterhin im Kino zu finden sein. Hier sind die technischen Einflüsse, denen sich ein nativer 3D-Film stellen muss, immer noch riesig im Vergleich zu seinen für den Zuschauer wirklich spürbaren Veränderungen. Ein Trend zu nachträglich konvertierten Inhalten zeichnet sich wohl auch deshalb ab. Die beste und realistischste 3D-Qualität kann damit sicher nicht geboten werden, technische Entwicklungen in der Branche schreiten allerdings so schnell voran, dass ein gut konvertierter 3D-Film mittlerweile auch sehr ansprechend präsen-

tiert werden kann. Technisch optimale Produktionen in 3D, werden also auch in Zukunft den wahren 3D-Enthusiasten unter den Regisseuren vorbehalten bleiben.

Einen eigenen visuellen Stil konnte der 3D-Boom derweil nicht generieren, und auch eine Verschiebung zu ausschließlich dreidimensionalen Inhalten wird in keinem Fall stattfinden. Vielmehr sollte es das Interesse des stereoskopischen Kinos sein, seine Sparte zu festigen, und diese mit atemberaubenden Inhalten zu füllen, die auf eine Darstellung in 3D ausgelegt sind. Eine andauernde, finanzielle Ausbeutung der 3D-Affinität der Zuschauer ist kein Zukunftsmodell, sondern wird auf lange Sicht das Gegenteil bewirken.

Die Zeit eines Strohfeuers hat der 3D-Boom mittlerweile überwunden. Zwar hat er unsere Welt nicht allumfassend verändert, aber eine neue Möglichkeit geschaffen, neben den traditionellen 2D-Inhalten eine kreative Spielwiese für Filmemacher und Zuschauer zu sein. Trotzdem muss, was Inhalte betrifft auch in Zukunft viel nachgelegt werden, um diesen Standard beizubehalten. Wie sich dies 2015, mit dem negativ-Rekord der wenigsten neu veröffentlichten 3D-Filmen der letzten vier Jahre in Deutschland, verhalten wird bleibt abzuwarten. Vermutlich wird der Kinomarkt in einigen Jahren nur noch wenige 3D Inhalte bieten. Dies wäre aber eine allzu normale Entwicklung, die in der Historie bisher alle Trends erfahren mussten. Rückwirkend betrachtet, fällt das Erbe des 3D-Booms, sowohl für Zuschauer als auch für Filmemacher geringer aus, als viele zu Anfang hofften und glaubten. Mit Voranschreiten der Technik und der Veränderung medialer Vorlieben, wird aber auch der 3D-Boom von 2010 irgendwann seine Renaissance erfahren. Das größte Potential hierzu wird wohl im Bereich Gaming liegen. Dort stehen in den nächsten Jahren wahre 3D-Innovationen ins Haus.

40.000 Jahre nach den Höhlenmalereien von „El Castillo“ scheint dies ein bedeutender Schritt im immer voranschreitenden Versuch des Menschen, die Wirklichkeit möglichst realitätsgetreu abzubilden. Hier wird 3D in jedem Fall eine tragende Rolle spielen.

Literaturverzeichnis

BÜCHER:

MENDIBURU BERNARD: 3D MOVIE MAKING, *Stereoscopic Digital Cinema from Script to Screen*. Focal Press 2009.

DR. DR. H.C. ROBERT F. SCHMIDT, PH.D.; DR. FLORIAN LANG; DR. MANFRED HECKMANN: PHYSIOLOGIE DES MENSCHEN, Springer Verlag 2010.

FILME:

AVATAR, James Cameron [Drehbuch, Regie], Sam Worthington [Darst.], Zoe Saldana [Darst.], Sigourney Weaver [Darst.], USA 2009, Spielfilm, Farbe, 162 min.

TRANSFORMERS, Michael Bay [Regie], Shia LaBeouf [Darst.], Megan Fox [Darst.], Josh Duhamel [Darst.], USA 2007, Spielfilm, Farbe, 144 min.

TRANSFORMERS – DIE RACHE, Michael Bay [Regie], Shia LaBeouf [Darst.], Megan Fox [Darst.], Josh Duhamel [Darst.], USA 2009, Spielfilm, Farbe, 150 min.

TRANSFORMERS 3 – DIE DUNKLE SEITE DES MONDES, Michael Bay [Regie], Shia LaBeouf [Darst.], Rosie Huntington-Whiteley [Darst.], Tyrese Gibson [Darst.], USA 2011, Spielfilm, Farbe, 154 min.

INTERNETQUELLEN:

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *Entwicklung der Kinostandorte, Spielstätten und Kinosäle 2005 bis 2007*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://www.ffa.de/downloads/marktdaten/4_1_Standorte/05_bis_07_jahresabschluss.pdf.

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *Entwicklung der Kinostandorte, Spielstätten und Kinosäle 2009 bis 2011*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://www.ffa.de/downloads/marktdaten/4_1_Standorte/09_bis_11_jahresabschluss.pdf.

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *Struktur der Kinosäle in der Bundesrepublik Deutschland 2003 bis 2011*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinosaele_brd_2003_2011.pdf.

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *Struktur der Kinosäle in der Bundesrepublik Deutschland 2001 bis 2009*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinosaele_brd_2001_2009.pdf.

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *Kinobesucher von 3D-Filmen 2013*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://www.ffa.de/downloads/publikationen/kinobesucher_3d_2013.pdf.

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *FFA Info, 1/2014*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2014.pdf.

DEUTSCHE FILMFÖRDERUNGSANSTALT, *FFA Info, 1/2015*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://www.ffa.de/downloads/publikationen/ffa_intern/FFA_info_1_2015.pdf.

STATISTISCHES BUNDESAMT, *Ausstattung mit Gebrauchsgütern*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: https://www.destatis.de/DE/ZahlenFakten/GesellschaftStaat/EinkommenKonsumLebensbedingungen/AusstattungGebrauchsguetern/Tabellen/A_UnterhaltungsElektr_D_LWR.html.

STEREOTEC.COM, *Avatar Produktionsbericht*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://stereotec.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/09/PP_01-10_Avatar-Interview.pdf.

WELT.DE, *Wer schuf die Zeichen von El Castillo*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.welt.de/kultur/history/article108596340/Wer-schuf-die-Zeichen-von-El-Castillo.html>.

WELT.DE, *Avatar ist der erfolgreichste Film aller Zeiten*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.welt.de/kultur/article5975833/Avatar-ist-der-erfolgreichste-Film-aller-Zeiten.html>.

ZEIT.DE, *Die 3D-Effekthascherei*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.zeit.de/kultur/film/2010-01/3-D-Filme>.

ZEIT.DE, *Der digitale Showdown im Kinosaal*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.zeit.de/kultur/film/2011-12/film-digital-kino>.

SUEDDEUTSCHE.DE, *3D ohne Brille*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.sueddeutsche.de/digital/neue-fernseh-technik-d-ohne-brille-1.1008598>.

TAGESSPIEGEL.DE, *Wer verdient am Film?*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.tagesspiegel.de/kultur/protest-gegen-disney-kinos-boykottieren-avengers-wer-verdient-am-film/11676450.html>.

SPIEGEL.DE, *3D-Brille im Test*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.spiegel.de/video/3d-brille-oculus-rift-fuer-computerspiele-im-test-auf-der-ces-video-1319518.html>.

TAZ.DE, *Jenseits von Hollywood*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.taz.de/!5134852/>.

FRANKFURTER ALLGEMEINE, *Avatar ist erfolgreichster Film*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/kino-avatar-ist-erfolgreichster-film-aller-zeiten-1907973.html>.

STORMARNER TAGEBLATT, *Digitale Revolution im Kino*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.shz.de/lokales/stormarner-tageblatt/digitale-revolution-im-kino-id3872716.html>.

THE GUARDIAN.COM, *Films made in 3D are marketing gimmick*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.theguardian.com/media/2013/jun/20/films-3d-marketing-gimmick-alan-parker>.

ONLINE JOURNAL OF OPHTHALMOLOGY, *Funktionsweise des Auges*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.onjoph.com/patinfo/funktion/anatomie.html>.

SPEKTRUM.DE, *Monokulares Sehen*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.spektrum.de/lexikon/biologie/2/monokulares-sehen/43787>.

SENSATION & PERCEPTION, *monocular depth cues*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://sites.sinauer.com/wolfe3e/chap6/moncuesF.htm>.

PSYCH STANFORD.EDU, *depth cues*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www-psych.stanford.edu/~lera/psych115s/notes/lecture8/depthcues.html>.

GEORG-AUGUST-UNIVERSITÄT GÖTTINGEN, *Parallaxe*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <https://lp.uni-goettingen.de/get/text/7140>.

WISSEN.DE, *Konvergenz*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.wissen.de/lexikon/konvergenz-optik>.

ART DIRECTORS CLUB OF NEW JERSEY, *Science of Anaglyph 3D*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <https://adcnj3d.wordpress.com/the-science-of-anaglyph-3d/>.

KARLSRUHER INSTITUT FÜR TECHNOLOGIE, *Polarisationstechnik*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://psi.physik.kit.edu/332.php>.

PHOTOGRAPHISCHE GESELLSCHAFT.AT, *Geschichte der Stereoskopie*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.photographische-gesellschaft.at/index.php?go=stereo&site=stereo.php&usite=89&umen=55>.

STEREOSKOPIE.COM, *Geschichte der Stereokamera*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://www.stereoskopie.com/Stereofotografie/Geschichte_der_Stereokamera/body_geschichte_der_stereokamera.html.

3D-HISTORISCH.DE, *Geschichte der Stereoskopie*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://www.3d-historisch.de/Geschichte_Stereoskopie/Geschichte_Stereoskopie.htm.

STEREO-3D.INFO, *Entwicklung und Historie von Stereo 3D*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.stereo-3d-info.de/historie4.html>.

KINOS3D.DE, *3D-Kino von früher bis heute*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.kinos3d.de/ueber-3d-kino/3d-kino-von-frueher-bis-heute>.

HEISE.DE, *3D 2.0*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: <http://www.heise.de/ct/artikel/3D-2-0-291654.html>.

KINOKOMPENDIUM.DE, *Bildformate & Projektion*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL: http://www.kinokompendum.de/service_bild.htm.

STEREOTEC.COM, *Avatar Produktionsbericht, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
http://stereotec.com/wordpress/wp-content/uploads/2011/09/PP_01-10_Avatar-Interview.pdf.

MOVIESCOPEMAG.COM, *The Role of the Stereographer, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.moviescopemag.com/market-news/featured-editorial/the-role-of-the-stereographer/>.

SUITE101.DE, *3D-Filme im Kino, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
http://suite101.de/article/3dfilme-im-kino-welche-systeme-gibt-es-a67051#.VZJScFxl_2g

ARRIRENTAL.DE, *Remote-Use-Cranes, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.arrirental.de/grip/cranes/remote-use-cranes/?print=ixjcdzle%252F>

WINFUTURE.DE, *Netflix-Chef über lineares TV, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://winfuture.de/news,86750.html>

FUTUREZONE.AT, *Avatar 2 benötigt über 12 Petabyte Speicher, Aufgerufen am 27.06.2015*,
URL: <http://futurezone.at/digital-life/avatar-2-benoetigt-ueber-12-petabyte-speicherplatz/65.107.965>.

ZDF.DE, *Was sie schon immer über 3D wissen wollten, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.zdf.de/dokumentation/was-sie-schon-immer-ueber-3d-wissen-wollten-5339226.html>.

ARD-ZDF-ONLINESTUDIE.DE, *Second Screen, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
http://www.ard-zdf-onlinestudie.de/fileadmin/Onlinestudie_2014/PDF/0708-2014_Busemann_Tippelt.pdf.

KINOFENSTER.DE, *3D-Kino: Geschichte und Zukunft, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
http://www.kinofenster.de/3d_kino_geschichte_und_zukunft/.

DIGITALE LEINWAND.DE, *3D-Filme 2010, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2010/>.

DIGITALE LEINWAND.DE, *3D-Filme 2011, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2011/>.

DIGITALE LEINWAND.DE, *3D-Filme 2012, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2012/>.

DIGITALE LEINWAND.DE, *3D-Filme 2013, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2013/>.

DIGITALE LEINWAND.DE, *3D-Filme 2014, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2014/>.

DIGITALE LEINWAND.DE, *3D-Filme 2015, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://digitaleleinwand.de/3d-filme-2015/>.

DIGITALFERNSEHEN.DE, *3D-Sender im TV, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.digitalfernsehen.de/3D-Sender-im-TV-Eine-stark-gefaehrdete-Spezies.114929.0.html>.

INSIDEKINO.COM, *Die weltweit umsatzstärksten Filme aller Zeiten, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.insidekino.com/TOPOderFLOP/Global.htm>.

INSIDEKINO.COM, *Top 100 Deutschland 2009, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.insidekino.com/DJahr/D2009.htm>.

INSIDEKINO.COM, *Top 100 Deutschland 2008, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.insidekino.com/DJahr/D2008.htm>.

YOUTUBE.COM, *Michael Bay & James Cameron Talk 3D (Extended) , Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=LsbpyDlz25k>.

YOUTUBE.COM, *Minecraft HoloLens Demo – Official Gameplay Demo (E3 2015) , Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=ETzQWXuKQZQ>.

YOUTUBE.COM, *Microsoft HoloLens Demonstration Shows off Holographic Minecraft, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=QRQv74J7oSk>.

VIMEO.COM, *Mad Max: Center Framed, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <https://vimeo.com/129314425>.

RED.COM, *Overview of the Redcode File Format, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.red.com/learn/red-101/reddcode-file-format>.

SKY.DE, *Neues Entertainment-Angebot von Sky startet am 4. Juli, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: https://info.sky.de/inhalt/de/medienzentrum_news_uk_27052009.jsp.

SKY.DE, *Erfolgreicher Start von Sky 3D auf den Medientagen München, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: https://info.sky.de/inhalt/de/medienzentrum_news_uk_13102010.jsp.

IMDB.COM, *Avatar, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.imdb.com/title/tt0499549/>.

IMDB.COM, *Transformers, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.imdb.com/title/tt0418279/>.

IMDB.COM, *The Power of Love, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.imdb.com/title/tt0013506/>.

IMDB.COM, *Mission 3D: Game Over, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.imdb.com/title/tt0338459/>.

IMDB.COM, *Final Destination 4, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.imdb.com/title/tt1144884/>.

IMDB.COM, *Oben, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: <http://www.imdb.com/title/tt1049413/>.

IMDB.COM, *Titanic, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0120338/>.

IMDB.COM, *The Amazing Spider-Man, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0948470/>.

IMDB.COM, *Der Soldat James Ryan, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0120815/>.

IMDB.COM, *Die Bourne Identität, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0258463/>.

IMDB.COM, *2012 – Das Ende der Welt, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt1190080/>.

IMDB.COM, *Hancock, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0448157/>.

IMDB.COM, *James Bond 007 – Ein Quantum Trost, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0830515/>.

IMDB.COM, *Hugo Cabret, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0970179/>.

IMDB.COM, *Life of Pi, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0454876/>.

IMDB.COM, *Marvel's Avengers 2: Age of Ultron, Aufgerufen am 27.06.2015*. URL:
<http://www.imdb.com/title/tt2395427/>.

IMDB.COM, *Mad Max. Fury Road, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt1392190/>.

IMDB.COM, *Evita, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt0116250/>.

IMDB.COM, *Box office: Avatar, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
http://www.imdb.com/title/tt0499549/business?ref_=tt_dt_bus.

IMDB.COM, *Technical Specifications: Transformers, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
http://www.imdb.com/title/tt0418279/technical?ref_=tt_dt_spec.

IMDB.COM, *Technical Specifications: Transformers – Die Rache, Aufgerufen am 27.06.2015*,
URL: http://www.imdb.com/title/tt1055369/technical?ref_=tt_dt_spec.

IMDB.COM, *Technical Specifications: Transformers – Die dunkle Seite des Mondes, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: http://www.imdb.com/title/tt1399103/technical?ref_=tt_dt_spec.

IMDB.COM, *Technical Specifications: Transformers - Ära des Untergangs, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL: http://www.imdb.com/title/tt2109248/technical?ref_=tt_dt_spec.

IMDB.COM, *Gran Turismo 5, Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt1737173/>.

IMDB.COM, *Uncharted 3: Drakes Deception*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<http://www.imdb.com/title/tt1800763/>.

WIKIPEDIA.ORG, *Querdissipation*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Querdissipation>.

WIKIPEDIA.ORG, *Raumwahrnehmung*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Raumwahrnehmung>.

WIKIPEDIA.ORG, *3D-Rig*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<https://de.wikipedia.org/wiki/3D-Rig#Side-By-Side-Rig>.

WIKIPEDIA.ORG, *Shutter-3D-System*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Shutter-3D-System>.

WIKIPEDIA.ORG, *Kaiserpanorama*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Kaiserpanorama>.

WIKIPEDIA.ORG, *Renderfarm*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<http://de.wikipedia.org/wiki/Renderfarm>.

WIKIPEDIA.ORG, *Shaky Cam*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://en.wikipedia.org/wiki/Shaky_camera.

WIKIPEDIA.ORG, *Netflix*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Netflix>.

WIKIPEDIA.ORG, *Fernsehgerät*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<https://de.wikipedia.org/wiki/Fernsehgerät#3D-Fernseher>.

WIKIPEDIA.ORG, *Blu-Ray Disk*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Blu-ray_Disc.

WIKIPEDIA.ORG, *Playstation 3*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/PlayStation_3.

WIKIPEDIA.ORG, *Xbox 360*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Xbox_360.

WIKIPEDIA.ORG, *HD-DVD*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/HD_DVD.

WIKIPEDIA.ORG, *Playstation 4*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/PlayStation_4.

WIKIPEDIA.ORG, *Erweiterte Realität*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Erweiterte_Realität.

WIKIPEDIA.ORG, *Virtuelle Realität*, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Virtuelle_Realität.

WIKIPEDIA.ORG, *Oculus Rift*, *Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Oculus_Rift.

WIKIPEDIA.ORG, *Microsoft Windows*, *Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Windows.

WIKIPEDIA.ORG, *Windows Holographic*, *Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
https://de.wikipedia.org/wiki/Windows_Holographic.

VRBRILLEN.NET, *Sony Morpheus*, *Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://www.vrbrillen.net/sony-morpheus/>.

PLAYSTATION.COM, *System Software Updates*, *Aufgerufen am 27.06.2015*, URL:
<http://us.playstation.com/support/systemupdates/ps3/history/index.htm>.

Bildquellen

Nicht mit Fußnoten ausgezeichnete Abbildungen wurden vom Autor selbst angefertigt.
Die dafür verwendeten Grafiken unterliegen folgenden Quellen:

BAUM, verwendet in Abb.6 – Abb.10, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
<http://thumbs.dreamstime.com/z/grün-getrennter-baum-clipart-2760002.jpg>

AUGE, verwendet in Abb.6, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://grund-wissen.de/physik/_images/auge.png

MANN, verwendet in Abb.7 – Abb.10, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://www.cartoonclipartfree.info/Cliparts_Free/Schule_Free/Lehrer_Clipart_38.gif

SKYLINE NEW YORK, verwendet in Abb.15 – Abb.17, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://interfacelift.com/wallpaper/Dbc333d6/03397_rockefellercallsitaday_3840x2160.jpg

3D BRILLE, verwendet in Abb.15 – Abb.17, Aufgerufen am 27.06.2015, URL:
http://www.brille-im-internet.de/media/catalog/product/j/o/joop_83165-849_-front_1_2.png

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und nur unter Verwendung der angegebenen Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe. Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus Quellen entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Diese Arbeit wurde in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt.

Ort, Datum

Vorname Nachname